Deutscher Bundestag **Drucksache 14/9331**
14. Wahlperiode 03. 06. 2002

Unterrichtung
durch die Bundesregierung

Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2001

und

Stellungnahme der Bundesregierung

Inhaltsverzeichnis

Zugeleitet mit Schreiben des Bundesministeriums für Bildung und Forschung vom 27. Mai 2002 gemäß Beschluss des Deutschen Bundestages vom 2. September 1998 zu Buchstabe a der Beschlussempfehlung – Drucksache 13/11096.

Stellungnahme der Bundesregierung zum Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2001

Deutschland steht mit seinen innovativen Produkten und Dienstleistungen in einem harten internationalen Wettbewerb. In der globalisierten Welt des 21. Jahrhunderts werden nationale Innovationssprünge in immer kürzeren Zeiten durch neue Produkte und Verfahren oder Nachahmungen weltweit relativiert. Die technologische Leistungsfähigkeit einer erfolgreichen Industrienation wie Deutschland wird daher in immer kürzeren Abständen auf den Prüfstand gestellt. Es bedarf steter Anstrengungen in Politik, Wirtschaft und Gesellschaft, damit Deutschland seine hohe technologische Leistungsfähigkeit auch in Zukunft behaupten und ausbauen kann.

Zuverlässige Informationen, Analysen und Einschätzungen sind von großer Bedeutung, um in Deutschland die richtigen Weichenstellungen für Bildung, Forschung und Innovationen vornehmen zu können. Die Bundesregierung hat daher sechs führende wirtschaftswissenschaftliche Forschungsinstitute beauftragt, eine jährliche Bestandsaufnahme der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands vorzunehmen. Sie legt hiermit den Bericht für das Jahr 2001 vor.

Der „Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands“ bewertet die internationale Position Deutschlands im Technologiewettbewerb anhand von wichtigen Indikatoren und setzt sich mit den Stärken und Schwächen des deutschen Innovationssystems auseinander. Die Institute setzen sich mit der Frage auseinander, in welchen Feldern Deutschland eine Rolle als Lead Market für neue Produkte und Verfahren einnehmen kann. Sie analysieren die technologische Leistungsfähigkeit Deutschlands im Maschinenbau und bei optischen Technologien, betrachten die Internationalisierung von Forschung und Wissen und widmen sich dem Gründungsgeschehen in den Informations- und Kommunikationstechnologien und an Universitäten und Forschungseinrichtungen. Dem Aufholprozess in den neuen Bundesländern ist ein eigenes Kapitel gewidmet. Die Institute sprechen schließlich Handlungsempfehlungen für eine zeitgemäße Bildungs-, Forschungs- und Innovationspolitik aus.

Der Bericht bescheinigt der Bundesregierung, mit ihrer Politik auf dem richtigen Wege zu sein. Zahlreiche neue Arbeitsplätze in forschungs- und wissensintensiven Branchen und erheblich gesteigerte Anstrengungen der Unternehmen für Forschung und Innovation unterstreichen, dass Deutschland seine technologische Leistungsfähigkeit in dieser Legislaturperiode nachhaltig verbessern konnte. Der Bericht bringt deutlich zum Ausdruck, dass Bildung und Forschung die Grundlagen für zukünftigen Wohlstand und sichere Arbeitsplätze sind und daher Priorität genießen müssen.

Der Bericht enthält folgende Kernaussagen:

1 Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft legen weiter zu

Die Unternehmen haben sich von dem schwierigen weltwirtschaftlichen Umfeld des letzten Jahres nicht beeindrucken lassen und ihre geplanten Aufwendungen für Forschung und Entwicklung um rund 4,5 % in 2001 weiter erhöht. Damit legten die FuE-Aufwendungen in den vergangenen Jahren preisbereinigt zu. Die gesamtwirtschaftliche FuE-Intensität ist inzwischen wieder auf 2,5 % angestiegen, so hoch wie zuletzt 1991. Zugleich liegen die Innovationsaufwendungen der Industrieunternehmen für 2001 mit 60 Mrd. Euro auf historischem Höchststand.

2 Der Strukturwandel zur Wissenswirtschaft schreitet voran – und bringt eine halbe Million neuer zukunftssicherer Arbeitsplätze mit sich

In den Spitzentechnologien – allen voran Pharma und luK – wurde in den letzten fünf Jahren ein durchschnittlicher Produktionszuwachs von 9 % erzielt. Treibende Kraft hinter diesen Zuwächsen ist die Nachfrage aus dem Ausland: Fast drei Viertel des Umsatzzuwachses forschungsintensiver Industrien wurde im Ausland erzielt. Dieses Wachstum in der Produktion schlägt sich auch positiv am Arbeitsmarkt nieder: Seit 1997 sind etwa 90 000 zusätzliche Arbeitsplätze in den forschungsintensiven Wirtschaftszweigen entstanden. Bei den

wissensintensiven (gewerblichen) Dienstleistungen konnte die Beschäftigung innerhalb nur zweier Jahre (1998 bis 2000) um gut 400 000 zulegen.

3 Bei wissensintensiven Dienstleistungen spielt Deutschland international in der ersten Liga

Der viel beklagte Nachholbedarf bei Dienstleistungen – im wissensintensiven Bereich besteht er nicht. Den Weg in die Dienstleistungsgesellschaft hat Deutschland mit großen Schritten zurückgelegt. Wissensintensive Dienstleistungen sind in Deutschland – gemessen an dem Anteil an der Wertschöpfung – mit etwa 29 % genauso wichtig wie etwa in den USA. Das Bild bestätigt sich auch, wenn man Marken – als Indikator für Dienstleistungsinnovationen – heranzieht. Die Dienstleistungsmarken haben in den letzten Jahren exponentiell zugelegt. Inzwischen entfallen nur noch weniger als 40 % neu angemeldeter Marken nicht auf Dienstleistungen.

Dagegen erscheint der Anteil von 5 %, der auf Exporte wissensintensive Dienstleistungen entfällt, bislang gering zu sein. Allerdings wird hier der indirekte Effekt der Dienstleistungen für die starke Stellung der deutschen Exporteure auf den Weltmärkten unterschätzt. Fast ein Viertel (24 %) der exportierten Wertschöpfung im Verarbeitenden Gewerbe entfällt auf Vorleistungen aus dem Dienstleistungsbereich.

Fasst man die forschungs- und wissensintensiven Wirtschaftszweige im Verarbeitenden Gewerbe und bei Dienstleistungen zusammen, dann liegt Deutschland im Vergleich der Industrieländer an der Spitze. Circa 42 % des BIP können der Wertschöpfung in forschungs- und wissensintensiven Wirtschaftszweigen zugerechnet werden (Dienstleistungen: 29 %; Forschungsintensive Industrien: 13 %).

4 Technologieorientierte Gründungen als Wegbereiter der Informationswirtschaft und des Wissenstransfers

Bei technologieorientierten Gründungen hat Deutschland in den 90er-Jahren eine beeindruckende Dynamik zu verzeichnen. Spitzenreiter war der Multimedia-Bereich, der mit 6 400 Gründungen im Jahre 2000 die Zahl der Gründungen innerhalb von nur fünf Jahren verdreifachen konnte. Die gesamte luK-Branche verzeichnet nach den letzten verfügbaren Zahlen aus 2000 immer noch einen Anstieg von 50 %. Allerdings ist in 2001 infolge des Einbruches an den Aktienmärkten vorübergehend mit einer deutlichen Abschwächung des Gründungsbooms zu rechnen.

Eine besondere Art der technologieorientierten Gründungen sind die so genannten Spin-offs, die die eigenständige wirtschaftliche Verwertung von Forschungsergebnissen durch die beteiligten Forscher zum Ziel haben. Die vorliegende Untersuchung lässt erstmals für Deutschland eine verlässliche quantitative Einschätzung dieser Spin-offs zu. In Deutschland werden jährlich etwa 2 500 so genannte Verwertungs-Spin-offs gegründet; das sind etwa 4 % aller Gründungen in forschungs- und wissensintensiven Branchen. Ihre Zahl ist im Jahr 2000 – bedingt durch die Gründungen im luK-Bereich – noch einmal angestiegen. Rund neun von zehn Spin-offs kommen aus Hochschulen. Bei rund jeder sechsten „Verwertungs-Gründung“ ist mindestens einer der Gründer noch in der Wissenschaft tätig, nur gut ein Drittel der Gründungen verfügen über keinerlei Kontakte mehr zur Wissenschaft. Diese Spin-offs sind nicht nur besonders wichtig für Strukturwandel und Innovation, sie sind auch besonders beschäftigungsintensiv.

5 Die Dynamik der Großunternehmen bestimmt das Geschehen bei Forschung und Entwicklung

Der enorme Anstieg der FuE-Aufwendungen der Wirtschaft um 23 % seit 1998 wurde ganz überwiegend durch Unternehmen mit über 500 Beschäftigten getragen – vor allem aus den Bereichen Pharma, Nachrichtentechnik, Elektronik und Automobilbau. Offensichtlich haben viele Unternehmen, die sich aus strategischer Forschung in den 90er-Jahren zurückgezogen hatten, deren Wert neu erkannt.

Die kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) haben in dieser Zeit ihre FuE-Kapazitäten schwächer ausgeweitet. Gleichzeitig gibt es aber eine hohe Zahl von Kleinunternehmen im

Bereich der Spitzentechnologien, die extrem forschungsintensiv arbeiten, mitunter intensiver als die Großunternehmen. Die Anzahl der kleinen und mittleren Unternehmen mit Innovationen ist jedoch in 2000 gegenüber dem Vorjahr leicht zurückgegangen. Hier macht sich vor allem der Mangel an qualifizierten Fachkräften bemerkbar.

6 Teilerfolge im Aufholprozess der neuen Länder sind sichtbar – doch das Niveau an industrieller FuE ist noch immer niedrig

Noch immer entfällt lediglich 8 % des gesamtdeutschen FuE-Personals bzw. 4,5 % der FuE-Aufwendungen auf die neuen Länder (einschließlich Ostberlin). Im Vergleich zum Westen wird in den neuen Ländern personalintensiver bei im Schnitt geringeren Löhnen geforscht. Die neuen Länder konnten in den vergangenen Jahren den Rückstand zum Westen bei industrieller Forschung nicht weiter verringern. Da auch der Aufschwung bei FuE im Westen vor allem durch größere Unternehmen getragen wurde, macht sich im Osten die kleinbetriebliche Wirtschaftsstruktur nachteilig bemerkbar.

Lichtblicke sind aber erkennbar. Seit 1993 konnten etwa die Auslandsumsätze der forschungsintensiven Sektoren – wenn auch von niedrigem Niveau ausgehend – um jährlich 19 % gesteigert werden. Auch bei den europäischen Patentanmeldungen haben die ostdeutschen Unternehmen eine hohe Dynamik an den Tag gelegt. In manchen forschungsintensiven Branchen liegt die Forschungsintensität zudem inzwischen über dem Niveau in Westdeutschland. Diese Branchen haben noch ein zu geringes wirtschaftliches Gewicht, um das wirtschaftliche Geschehen in den neuen Ländern maßgeblich beeinflussen zu können. Es geht jetzt darum, die Wirtschaft noch intensiver in das von öffentlichen Einrichtungen geprägte Forschungsgeschehen einzubinden. Dazu bestehen nicht nur in den Wachstumspolen um Berlin und Dresden, aber auch Leipzig, Halle/Saale, Jena, Erfurt und Chemnitz gute Chancen.

7 Der deutsche Standort als Lead Market legt den Grundstein für den Exporterfolg deutscher Branchen

Forschungsaufwand und Erfindungsreichtum sind noch kein Garant für Markterfolg. Der Roboter, der Videorekorder, das Faxgerät oder die zellulare Mobilkommunikation – dies alles sind Beispiele bahnbrechender Innovationen, in denen der Marktdurchbruch nicht in dem Land stattfand, in dem die Technik entwickelt wurde. Der Erfolg von Innovationen ist daher nicht nur eine Frage der technischen Ausreifung, sondern ganz erheblich auch der richtigen nationalen Rahmenbedingungen. Setzt sich ein neues Innovationsdesign erst einmal national durch, so haben die beteiligten Unternehmen und Länder gute Chancen, dauerhafte Vorsprünge im Innovationswettbewerb zu erringen.

Deutschlands bedeutendster Lead Market ist der Automobilbau. Ein hoher qualitativer Anspruch, Kundenkompetenz, eine hohe Sicherheitskultur und hohe Verbrauchseffizienz durch hohe Kraftstoffpreise spannen einen Rahmen auf, in dem die deutsche Automobilindustrie zu Höchstleistungen angetrieben wird. Prominentes Beispiel ist etwa das Antiblockiersystem, das sich zuerst in Deutschland durchsetzte, bevor es den Weltmarkt eroberte. Auch der Maschinenbau ist ein Lead Market Deutschlands. Bezeichnend für diese Lead Market-Branchen ist zugleich, dass sie in einem besonders intensiven Partnerschaftsverhältnis zur deutschen Wissenschaft stehen, aus der sie die technologische Stärke schöpfen. Technologische Stärke und Marktorientierung ergänzen sich hier zum Markterfolg.

8 Die optische Industrie steht vor einem Paradigmenwechsel

Zu den Gebieten, denen eine große wirtschaftliche Dynamik bevorsteht, zählen Anwendungen auf der Grundlage optischer Technologien.

Hervorragende Wachstumspotenziale bieten sich in den Feldern der Biomedizin, der Produktionstechnik und bei moderner Optik. Die optischen Technologien spielen als klassische Schlüsseltechnologie eine entscheidende Rolle nicht nur für die technologische Leistungsfähigkeit der optischen Industrie selbst, sondern ebenso für die einer ganzen Reihe anderer Wirtschaftssektoren (Elektrotechnik, Grundstoffchemie, Materialforschung, Messen/Regeln).

Die wissenschaftliche Ausgangslage der Optik in Deutschland ist gut. Deutsche Wissenschaftler haben sich im Laufe der 90er-Jahre Platz zwei der internationalen Publikationshierarchie, direkt hinter den USA, erkämpft. Nunmehr gilt es für die deutschen Unternehmen, sich frühzeitig zu positionieren, über Partnerschaften von der wissenschaftlichen Stärke Deutschlands zu profitieren und führende Innovationsdesigns auf Märkten durchzusetzen.

9 Der Maschinenbau – Eine Kernbranche der deutschen Wirtschaft

Der Maschinenbau prägt das deutsche Innovationsgeschehen wie kaum ein anderer Sektor. Er gibt wichtige Impulse an vorgelagerte Branchen und steht in intensivem Austausch mit seinen Kunden aus der Industrie. Damit ist der Maschinenbau eine der Kernbranchen der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands. Mit 1 Million Beschäftigten und 150 Mrd. Euro Umsatz ist er eine der größten Industriebranchen Deutschlands; mit einem Anteil von knapp 20 % sind die deutschen Maschinenbauer Weltmarktführer; mit jährlich über 4 000 europäischen Patentanmeldungen führen sie die internationale Rangliste an. Und es gibt in Europa kein Land, das über innovativere Maschinenbauer verfügt als Deutschland.

Die Stärke des deutschen Maschinenbaus beruht zu ganz wesentlichen Teilen auf dem gut ausgebildeten Fachpersonal in Deutschland. Und hier droht dem Maschinenbau zugleich Gefahr. So haben die deutschen Maschinenbauer etwa im letzten Jahr den Mangel an Fachkräften als Innovationshemmnis Nummer Eins bezeichnet. Ingenieure könnten nach Auffassung vieler Unternehmen schwerlich durch andere Fachkräfte ersetzt werden. Seit 1998 sind allerdings auch in diesem Bereich die Studienanfängerzahlen wieder auf 18 % gestiegen.

10 Die Internationalisierung von Forschung und Entwicklung schreitet voran – und deutsche Unternehmen nutzen das vor allem im Entwicklungsbereich

Für die Forschung gilt heute, was bereits seit Anfang der 80er-Jahre für die Produktion gilt: Deutsche Firmen investieren mehr im Ausland als ausländische Firmen in Deutschland. Der weitaus größte Teil der Auslandsforschung ist rein absatzorientiert, quasi als Begleitelement der Exportstärke deutscher Unternehmen. In Befragungen geben die multinationalen Unternehmen aus Deutschland an, ihre wichtigsten Motive für Auslandsforschung seien die Anpassung von Produkten an Markterfordernisse, die Abstimmung mit wichtigen Kunden im Ausland und die Anpassung von Produkten an die jeweils vorherrschenden nationalen Regulierungen. Die deutlich geringere Patentintensität der Auslandsforschung bestätigt die mehr entwicklungs-, als forschungsgetriebenen FuE-Aktivitäten im Ausland.

Der Bericht zeigt: Erhebliche Anstrengungen sind notwendig, um Deutschlands Spitzenposition im internationalen Wettbewerb zu verbessern. Hierzu wird die Bundesregierung ihren Teil beitragen. In der Bildungs- und Forschungspolitik fühlt sie sich vom Urteil der Wissenschaftler bestätigt:

1. Die Wissenschaftler fordern verstärkte investive Anstrengungen in Bildung und Forschung. Denn Bildung und Forschung sind die Voraussetzungen für wirtschaftliches Wachstum, zukunftsfähige Arbeitsplätze und Wohlstand in unserer Gesellschaft. Eine Vielzahl von Evaluationen bestätigen darüber hinaus national wie international die Rolle der Forschungsförderung als Impulsgeber für technologische Entwicklungen. Die Bundesregierung hat dementsprechend bereits seit Beginn dieser Legislaturperiode eindrucksvoll gezeigt, dass Bildung und Forschung für sie Priorität haben. Zum vierten Mal in Folge hat sie mit dem Bundeshaushalt 2002 die Investitionen in Bildung und Forschung erhöht, seit 1998 sind die zur Verfügung stehenden Mittel um insgesamt 21 % gestiegen. Mit 8,4 Mrd. Euro stehen im Haushalt des Bundesministeriums für Bildung und Forschung in diesem Jahr soviel Geld für Bildung und Forschung zur Verfügung wie nie zuvor in der bundesdeutschen Geschichte; hinzu kommen die rund 990 Mio. Euro für die Förderung von Forschung, Entwicklung und Technologie, davon 540 Mio. Euro für kleine und mittlere Unternehmen, im Haushalt des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie. Die Bundesregierung wird auch weiterhin den Zukunftsinvestionen in Bildung, Forschung und Technologie Priorität einräumen.

2. Trotz beachtlicher Aufholprozesse bedürften die neuen Länder weiterhin erheblicher Unterstützung zum Aufbau einer leistungsfähigen industriellen Forschungs- und Innovationslandschaft. Die Bundesregierung hat die Fördermittel für Bildung und Forschung in den neuen Ländern in dieser Legislaturperiode auf mehr als 2 Mrd. Euro in 2002 erheblich ausgeweitet. Allein 270 Mio. Euro , das sind rund die Hälfte der mittelstandsbezogenen Innovationsförderung des BMWi fließt in die neuen Länder. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung hat mit den Förderprogrammen „InnoRegio“ und „innovative regionale Wachstumskerne“ umfangreiche Fördermaßnahmen auf den Weg gebracht, um gemeinsame Projekte von Wissenschaft und Wirtschaft zur Umsetzung von Forschungsergebnissen in Innovationen am Markt zu initiieren. Diese Fördermaßnahmen werden nun verstetigt. Zugleich wurde mit dem „Förderwettbewerb Netzwerkmanagement-Ost (NEMO)“ des BMWi Ende Februar eine neue Maßnahme zur Unterstützung des Aufbaus von innovativen Unternehmensnetzwerken in Ostdeutschland auf den Weg gebracht. Damit schafft die Bundesregierung gute Voraussetzungen dafür, dass die neuen Länder in Forschung und Innovation weiter Anschluss gewinnen.

3. Die Autoren des Berichts messen der Gründung neuer technologieorientierter Unternehmen entscheidende Bedeutung bei, um den Strukturwandel in Deutschland voranzutreiben und neue zukunftsfähige Arbeitsplätze zu schaffen. Besonders beschäftigungs- und technologieintensiv sind Gründungen im Umfeld der Hochschulen und Forschungseinrichtungen. Daher hat die Bundesregierung die Fördermaßnahmen für Gründungen erheblich ausgebaut. Mit dem BTU-Programm des BMWi wurden seit 1998 2,6 Mrd. Euro an Beteiligungskapital für technologieorientierte Gründungen mobilisiert. Außerdem wurde die Förderung für akademische Spin-offs in dieser Legislaturperiode sukzessive erweitert. Die Maßnahme „EXIST-Existenzgründer aus Hochschulen“ wurde Anfang des Jahres um die neuen Maßnahme „EXIST-Transfer“ ergänzt. Mit „EXIST-Transfer“ werden – aufbauend auf den Erfahrungen in den bisher geförderten EXIST-Regionen – regionale Netzwerke aus Hochschulen und Wirtschaft und die Kultur der Selbstständigkeit in weiteren Hochschulregionen gefördert. Mit den Maßnahmen „EXIST-Seed“ und dem „EEF-Fonds“ werden potenzielle Gründerinnen und Gründer in der Phase der Ideenfindung unterstützt. Damit bringt die Bundesregierung den besonderen Stellenwert zum Ausdruck, dem sie technologieorientierten Gründungen als Motor des Strukturwandels – ganz besonders auch in den neuen Ländern – beimisst.

4. Die modernen Schlüsseltechnologien prägen den wirtschaftlichen Wandel. Die Bundesregierung hat die strategische Forschungsförderung in Fachprogrammen deshalb auf Schlüsseltechnologien ausgerichtet. Sie hat sich dabei besonders den Belangen des Mittelstandes gewidmet. So hat sie die Mittel für kleine und mittlere Unternehmen im Rahmen von Fachprogrammen zur Forschungsförderung in den drei Jahren nach Regierungsantritt allein um rund 50 % bzw. 55 Mio. Euro ausgeweitet. Neue Förderprogramme wie „Forschung für die Produktion von morgen“ oder die „Mikrosystemtechnik 2000+“ sind speziell auf die Belange der KMU ausgerichtet. Um die Fachprogramme der Forschungsförderung noch attraktiver für KMU zu gestalten, vereinfacht die Bundesregierung den Zugang zu den Programmen und verschlankt die Antrags- und Bewilligungsverfahren. Mit der neuen KMU-Förderberatung des BMBF wurde ein neues Angebot speziell für KMU geschaffen, dass Beratung aus einer Hand verwirklicht. Damit stellt die Bundesregierung KMU in den Mittelpunkt ihrer Forschungsförderpolitik.

5. In den optischen Technologien findet ein Paradigmenwechsel von der Optoelektronik zur Photonik statt. Nun gilt es, die gute Position der deutschen Wissenschaft in einen Innovationsvorsprung am Markt umzumünzen. Die Bundesregierung hat diese Herausforderung erkannt und ein neues Förderprogramm „Optische Technologien Made in Germany“ auf den Weg gebracht. Zur Förderung gemeinsamer FuE-Vorhaben mehrerer Unternehmen und der Wissenschaft, den Aufbau von Kompetenznetzen und begleitende Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen stehen insgesamt 280 Mio. Euro in den nächsten fünf Jahren bereit. Damit schaffen wir die Voraussetzungen, dass Deutschland seine gute Weltmarktposition in der Optik auch unter veränderten technologischen Rahmenbedingungen behaupten kann.

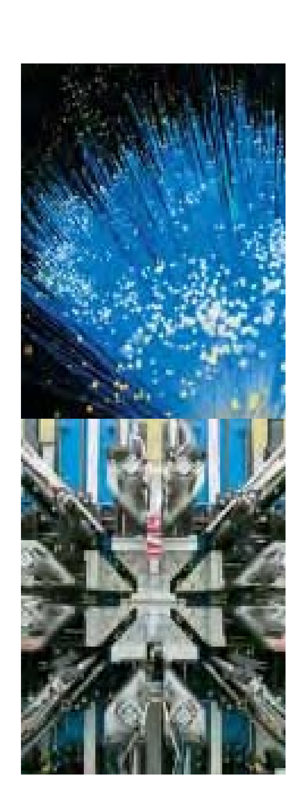
6. Einer der Erfolgsfaktoren der nach wie vor hohen technologischen Leistungsfähigkeit des deutschen Maschinenbaus ist die traditionell intensive Zusammenarbeit der Unter-

nehmen mit Hochschulen und Forschungseinrichtungen. Gemeinsame Forschung von Unternehmen und Wissenschaft in Verbundprojekten ist das Ziel der umfangreichen Forschungsförderung des Bundes im Bereich der Produktionstechnologien. Im Rahmen des im Jahre 2000 gestarteten Programms „Forschung für die Produktion von morgen" stehen bis Ende 2006 allein insgesamt 340 Mio. Euro bereit. 70 % der geförderten Vorhaben der Wirtschaft laufen bei kleinen und mittleren Unternehmen. Damit kommt dieses Programm gerade der mittelständisch geprägten Maschinenbaubranche zugute.

7. Gerade an der Maschinenbaubranche hat sich gezeigt, dass der Fachkräftemangel für viele Betriebe ein zentrales Innovationshemmnis ist. Gesucht sind vor allem Ingenieure und Informatiker. Bei Regierungsantritt war der Fachkräftemangel eines der drängendsten Probleme der IT-Branche. Gemeinsam mit den Sozialpartnern und der Wirtschaft hat die Bundesregierung damals eine beispiellose IT-Offensive gestartet. Mit der Green-Card wurden viele Betriebe – gerade auch kleine und mittlere Unternehmen – in die Lage versetzt, kurzfristige Engpässe bei IT-Spezialisten zu überbrücken. Bis März 2002 wurden ca. 11 500 Arbeitserlaubnisse zugesichert. Die Wirtschaft hat massiv Gebrauch von den neuen IT- und Medienberufen gemacht und bis Ende 2001 über 70 000 Ausbildungsverträge abgeschlossen. Die Zahl der Studienanfänger in Informatik hat sich innerhalb von nur drei Jahren verdoppelt. Schließlich wurde die IT-Weiterbildung neu geordnet. Den Erfolg dieser IT-Offensive hat der erst kürzlich vorgelegte Fortschrittsbericht „Informationsgesellschaft Deutschland" eindrucksvoll belegt.

Wichtige Weichen in der Innovationspolitik wurden in Deutschland in den vergangenen Jahren neu gestellt. Die Zukunftsinvestitionen in Bildung und Forschung wurden deutlich ausgebaut; effizienzsteigernde strukturelle Reformen konnten abgeschlossen werden. Die Bundesregierung wird diesen Modernisierungskurs in den kommenden Jahren fortführen.

Bericht Zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2001



Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung

Vorgelegt durch
Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung, Karlsruhe
Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung der Universität Karlsruhe
Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung, Hannover
Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Berlin
Wissenschaftsstatistik im Stifterverband für die deutsche Wissenschaft, Essen
Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, Mannheim

März 2002

Dieser Bericht wurde im Rahmen der erweiterten Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung erstellt. Die in diesem Bericht dargestellten Ergebnisse und Interpretationen liegen in der alleinigen Verantwortung der durchführenden Institute. Das BMBF hat auf die Abfassung des Berichts keinen Einfluss gehabt.

Kontakt und weitere Informationen:

Prof. Dr. Hariolf Grupp

Universität Karlsruhe (TH) und Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI)
Breslauer Str. 48
76139 Karlsruhe
Tel: +49 – (0)721 6809 156
Fax: +49 – (0)721 6809 176
E-Mail: Hariolf.Grupp@isi.fhg.de

Dr. Harald Legler

Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung (NIW)
Schiffgraben 33
30175 Hannover
Tel.: +49 – (0)511 341392
Fax: +49 – (0)511 3180400
E-Mail: legler@niw.de

Einleitung und Überblick

Einleitung

Die Debatten um die Technologiepolitik bekommen zunehmend einen höheren Stellenwert in der politischen Diskussion. Dabei kristallisiert sich immer stärker die Bedeutung von Wissen als Produktionsfaktor und somit auch als eine der treibenden Kräfte des wirtschaftlichen Strukturwandels und der internationalen Wettbewerbsfähigkeit heraus. Bildung und Wissenschaft, Forschung und Technologie sind theoretisch das Beste, was Deutschland im internationalen Standortwettbewerb in die Waagschale werfen kann. Diese Faktoren − und die Sektoren, die intensiv auf die Faktoren angewiesen sind − bilden das Rückgrat für Deutschlands Position im internationalen Wettbewerb, für hohe Realeinkommen und einen hohen Beschäftigungsstand. Für eine konstruktive Diskussion sind Informationen über die Entwicklung wichtiger Indikatoren im Hinblick auf Forschung, Entwicklung, Innovation und den Stand der technologischen Leistungsfähigkeit nötig.

Dieser Bericht beschreibt, analysiert und interpretiert gestützt auf ein komplexes System von Indikatoren − Ressourcen-, FuE-Ertrags- und Fortschrittsindikatoren − die technologische Leistungsfähigkeit Deutschlands. Er erlaubt Rückschlüsse auf die wirtschaftliche Durchsetzungsfähigkeit Deutschlands am Weltmarkt und gibt Hinweise zum politischen Handeln im Bereich der Forschungs- und Innovationspolitik. Gleichzeitig bietet er für Innovatoren, Investoren und Produzenten eine Orientierungshilfe bei ökonomischen Entscheidungen.

Die jährlichen Berichte untersuchen einzelne Aspekte oder Sektoren in unterschiedlicher Intensität. Die Auswahl berücksichtigt dabei jeweils die Schwerpunkte der Vorjahresberichte. Aktuelle Themen werden aufgegriffen, doch auf Grund der Orientierung an den mittel- bis langfristigen Veränderungen der technologischen Leistungsfähigkeit ist die Kontinuität zu vorherigen Arbeiten eine wichtige Voraussetzung für eine tiefgehende Analyse und umfassende Berichtserstattung.

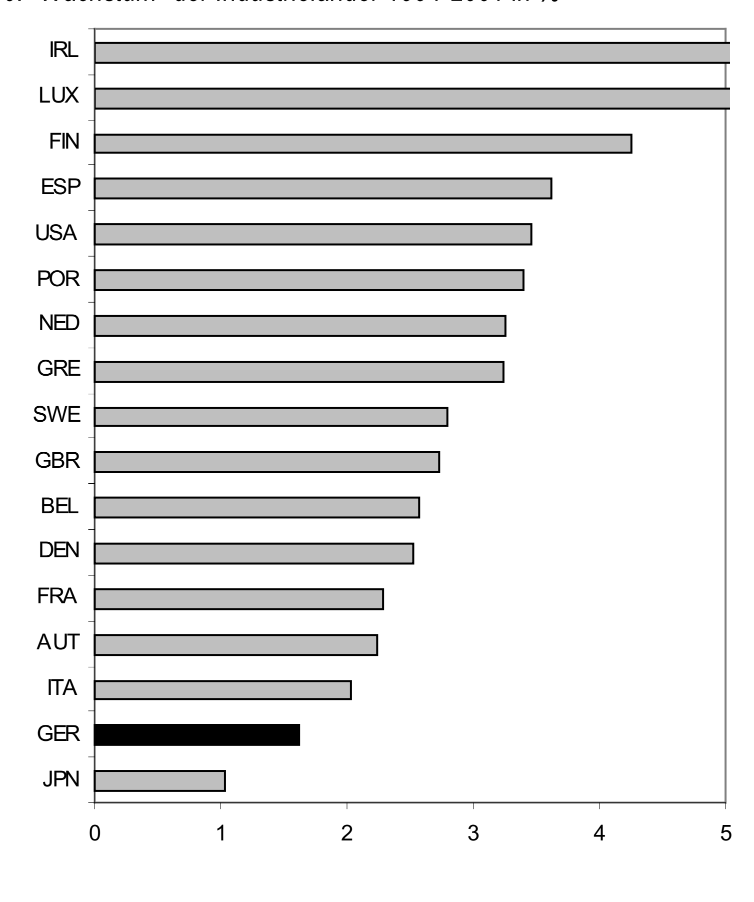
Der Bericht hatte sich im vergangenen Jahr bereits intensiv u. a. mit den Themen Bildung und IuK-Technologie befasst. Im Hinblick auf die aktuellen Ereignisse erfolgt an dieser Stelle nochmals eine kurze Hervorhebung der wichtigsten Ergebnisse in diesen Bereichen:

- Die enorme Bedeutung des **Bildungssektors** für Wachstum und Beschäftigung wurde im letzten Bericht wie zuvor wiederholt deutlich herausgearbeitet. Dieser Sektor hat vermutlich eine zeitlang weniger im Zentrum der aktuellen Diskussion gestanden, weil sich Reformen − oder aber auch Fehlentwicklungen − erst Jahre bis Jahrzehnte später in der Wachstumsbilanz und in der Leistungsfähigkeit der Volkswirtschaften niederschlagen. Eine Wirkungsabschätzung fällt daher besonders schwer. Der letztjährige Bericht hatte eine Reihe von Studien und Überlegungen zusammengestellt und Indikatoren zu Bildungsanstrengungen und Bildungsstand diskutiert sowie Leistungsindikatoren im internationalen Vergleich zu einem gemeinsamen Bild zugespitzt. Im Ergebnis äußerten die Gutachter eine gewisse Sorge um die Substanz des Fundaments der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands in längerfristiger Sicht. Bereits in den letzten Jahren hat der Mangel an gut ausgebildeten Fachkräften zu Engpässen geführt, die die Wirtschaft in ihrer Dynamik deutlich behindert haben.

- Die Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit beruht − auch aus ökonomischen Gründen − auf dem Prinzip, dass die jährliche Wiederholung stabiler Daten nicht zweckmäßig ist. Gerade Indikatoren zum Bildungswesen ändern sich im internationalen und im Zeitvergleich von Jahr zu Jahr nur wenig, sie sind zudem erst mit einer gehörigen zeitlichen Verzögerung verfügbar. Deshalb waren für die diesjährige Berichterstattung keine weiteren vertieften Analysen vorgesehen. Die Sorge der Gutachter um die **Tragfähigkeit des Fundaments Bildung** in Deutschland bleibt allerdings bestehen − dies sei deutlich unterstrichen.
- Allerdings ist durch die Etablierung des von allen Beteiligten getragenen „Forum Bildung" deutlich geworden, dass der Bildungssektor in Deutschland auf **Reformkurs** gebracht werden sollte. Ex post-Analysen mit wenig aktuellen Daten wären da kaum hilfreich gewesen. Im Übrigen zeigten die Haushaltsansätze der Gebietskörperschaften in den vergangenen Jahre schon eine höhere Priorität für das Bildungswesen auf. Dies hat sich u. a. darin gezeigt, dass die öffentlichen Bildungsausgaben im Jahre 2001 erstmals seit langer Zeit wieder im Gleichschritt mit dem Inlandsprodukt gestiegen sind, vor allem im Hochschulbereich.
- Zwischenzeitlich ist Deutschland mit seiner Schieflage im Bildungswesen durch die PISA-Studie der OECD kräftig gepiesackt worden. Es ist zu hoffen, dass diese Resultate der Bildungspolitik **mehr Gewicht** verleihen und ihre Position gegenüber der Finanzpolitik stärken, die − angesichts der erwarteten demografischen Entwicklung − dem Bildungssektor eher Stagnation verordnen wollte.
- Der Bericht hatte sich im vergangenen Jahr sehr intensiv mit der **IuK-Technologie** beschäftigt: Mit der Struktur und Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft auf diesem Gebiet, mit dem Einfluss auf Wachstum und Beschäftigung sowie mit Ansatzpunkten, so gut wie möglich mit dem Fachkräftemangel − insbesondere im akademischen Bereich − fertig zu werden. Eine Abschwächung des weltweiten Booms der New Economy war zum damaligen Zeitpunkt bereits absehbar. Die Hype ist vorbei − wie die OECD schreibt. Die New Economy hat massive Effizienzsteigerungen mit sich gebracht und der Weltwirtschaft aus der Produktivitätsschwäche geholfen − bei nüchterner Betrachtung konnten die Fortschritte allerdings nicht mit jenen aus früheren Jahrzehnten Schritt halten. Nachdem sich schon „El Dorado"-Stimmung breit gemacht hatte, stellt sich die Frage: Was hat noch Bestand?
- Die Lehren der weltwirtschaftlichen Wachstumsprozesse in den 1990er Jahren lassen sich − soweit sie mit Investitionen in IuK-Technologien zusammenhängen − wie folgt zusammenfassen.[1] Die Diffusion von IuK-Technologie, vornehmlich das Internet, hat wertvolle Netzwerkeffekte mit sich gebracht, den Wettbewerb intensiviert und den Verbrauchern mehr Wahlmöglichkeiten verschafft. Diese Prozesse haben nicht nur in der New Economy ihre Wirkungen gezeigt, sondern auch traditionellen Industrien Wachstumsimpulse gegeben − Voraussetzung war jedoch, dass die Unternehmen auf höher qualifizierte Personen zurückgreifen und diese in innovative Formen des Arbeitsprozesses einbinden konnten. Aus all diesen Faktoren lassen sich − neben der IuK-Technologiediffusion − die Wachstumsdifferenzen zwischen den westlichen Industrieländern in den 1990er Jahren ableiten. Deutschland stand daran gemessen keineswegs an der Spitze der Industrieländer (Abb. 0-0).

[1] Vgl. OECD (2001c).

Abb. 0-0: Wachstum der Industrieländer 1994-2001 in %*



Quelle: Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (2001).
− Berechnungen des NIW.
*) Jahresdurchschnittliche Veränderung des realen Bruttoinlandsproduktes.
Die Balken für Irland (9,3 %) und Luxemburg (8,8 %) sind abgeschnitten.

Die IuK-Technologie wird ihre feste Rolle als Träger von Wachstum und Beschäftigung behalten. Mit dem Absturz an den Börsen hat der Markt Selektionsprozesse durchlaufen, aber die robusten Unternehmen dürften ihre Position wieder recht bald festigen. Deshalb führt kein Weg daran vorbei, die weitere Verbreitung von IuK-Technologie zu fördern und konsequent auf Innovationen und Erweiterung des Wissens zu setzen. Voraussetzungen hierfür sind eine adäquate Bildungspolitik, flankiert durch günstige Rahmenbedingungen für Unternehmensgründungen und (internationalen) Wettbewerb, sowie stabile makroökonomische Bedingungen.

Dynamik, Wachstum und die Schaffung von Arbeitsplätzen sind also keineswegs das Ergebnis eines einzigen Faktors. Es bedarf auch eines langen Atems, um die Früchte einer innovationsorientierten Strategie ernten zu können. Deutschland steht deshalb vor einer erneuten Nagelprobe: Ist es − wie bspw. in den 1990er Jahren − eher Mitläufer oder gar Nachzügler bei bildungspolitischen Debatten, Reformen und industrieller FuE, bei der Annahme neuer Schlüsseltechnologien und Innovationen sowie bei der Beseitigung von Innovationshemmnissen? Zudem hat die Rezession, die in Nordamerika ihre Wurzeln hat, schneller und intensiver als vermutet Deutschland erwischt − überraschenderweise gar stärker als die meisten anderen Länder. Auch dies wirft die Frage nach den **Fundamenten der internationalen Wettbewerbsfähigkeit** der deutschen Wirtschaft auf.

Dennoch muss sich die Berichterstattung hüten, nach der Wiederentdeckung des traditionellen Konjunkturzyklus' in eine Beschreibung der aktuellen Prozesse abzudriften. Diese Gefahr besteht. Zum einen liegt dies am Prinzip der Jährlichkeit der Berichterstattung, zum anderen hat die Rezession der deutschen Wirtschaft in viele Zeitreihen, die in den letzten Jahren einen gewissen Aufholprozess angedeutet hatten, Zacken gerissen – meist nach unten. Dies zieht häufig und gern die Aufmerksamkeit der Öffentlichkeit auf sich.

Gerade deshalb ist es um so wichtiger, die im vergangenen Jahr begonnene Übung fortzusetzen, die Beschreibung der aktuellen Tendenzen (Abschnitt zu den aktuellen Entwicklungen) von strukturellen Analysen zu trennen (Kapitel 1). Es fällt dann leichter, den Blick auf die mittel- und langfristig wichtigen Faktoren zu richten und von einer zu starken Fixierung auf – oft vorläufige – Zahlen am aktuellen Rand abzusehen.

Die Leser sollten sich von Anfang an auf einen Analyseansatz einrichten, in dem die Wirtschaftsstruktur nach ihrer Technologie- bzw. Wissensorientierung „sortiert" wird: Die Unterscheidung zwischen forschungs- und wissensintensiven bzw. nicht forschungs- und nicht wissensintensiven Sektoren zieht sich daher wie ein roter Faden durch die Untersuchung.

FuE-intensive Güter

Die FuE-intensiven Sektoren der Industrie sind die wichtigsten Lieferanten von Technologie. Sie umfassen alle Güterbereiche, in denen überdurchschnittlich forschungsintensiv produziert wird (Annex A0 Übersicht 1). Der Bereich der **Spitzentechnologie** enthält Gütergruppen mit einem FuE-Anteil von über 8½ % am Umsatz (z. B. Pharmazie, EDV, Flugzeuge, Waffen). Der Bereich der **Hochwertigen Technologie** umfasst Güter mit einem FuE-Anteil am Umsatz zwischen 3½ und 8½ % (z. B. Automobile, Maschinen, Elektrotechnik, Chemie). Beide Bereiche zusammengenommen bilden den FuE-intensiven oder synonym den forschungsintensiven Sektor der Industrie (identische Begriffe sind „Hochtechnologie" und „Schumpeter-Güter"; Grupp, 1997). Diese Differenzierung ist keineswegs in dem Sinne als Wertung zu verstehen, dass der Bereich Hochwertige Technologie mit dem Siegel „älter" und „weniger wertvoll" zu versehen sei, und Spitzentechnologie „neu", „modern" und „wertvoller": Die Gruppen unterscheiden sich vielmehr durch die **Höhe der FuE-Intensität** und durch den **Protektionsgrad**. Die Güter der Spitzentechnologie weisen die höchste FuE-Intensität auf, haben häufig „Querschnittsfunktion" (z. B. IuK-Technologien, Biotechnologie) und unterliegen vielfach staatlicher Einflussnahme durch Subventionen, Staatsnachfrage (z. B. Raumfahrtindustrie) oder Importschutz. Der Spitzentechnologiebereich lenkt in allen Industrienationen das spezielle Augenmerk staatlicher Instanzen auf sich, die mit ihrer Förderung nicht nur technologische, sondern zu einem großen Teil auch eigenständige staatliche Ziele (äußere Sicherheit, Gesundheit usw.) verfolgen. Gruppiert man nach Wirtschaftszweigen (Annex A0, Übersicht 2), sind einige Vergröberungen in Kauf zu nehmen.

Wissensintensive Dienstleistungen

Gleichzeitig gewinnen Dienstleistungen für die gesamtwirtschaftliche Beschäftigung und Wertschöpfung an Bedeutung. Durch eigene FuE-Aktivitäten sowie die Anwendung von Technologie aus dem Industriesektor werden viele Dienstleistungssektoren technologieintensiver. Daher werden in die Analyse der Wirtschaftsstrukturen insbesondere auch die wissensintensiven Dienstleistungen miteinbezogen (Annex A0, Übersicht 3).

Basis für die Ermittlung derjenigen Wirtschaftszweige, die überdurchschnittlich wissensintensiv produzieren, ist das Wissen des Personals, d. h. die Qualifikationsanforderungen an die Beschäftigten. Entsprechend wurden Qualifikationsindikatoren (insbesondere der Einsatz von Akademikern, vor allem von Naturwissenschaftlern/Ingenieuren) und Funktionsmerkmale (z. B. die Beschäftigung in Forschung, Entwicklung, Planung, Konstruktion usw.) zu Rate gezogen, um die wissensintensiven Dienstleistungen benennen zu können. Dabei handelt es sich nicht zwangsläufig um technikintensive Wirtschaftszweige, die sich − vor allem im Dienstleistungsbereich − über den intensiven Einsatz von Ausrüstungskapital (z. B. IuK-Güter) definieren, sondern um alle Wirtschaftszweige, die hohe **Anforderungen an die Qualifikation des Personals** stellen (also bspw. auch Gesundheits-, Medien-, Finanzdienstleistungen usw.).

Wichtige Ergebnisse und Hinweise auf politisches Handeln

Die jährlich fortgeschriebene Bestimmung der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands weist nicht notgedrungen auf politische Handlungsmöglichkeiten hin: zu langsam verändern sich die Grundstrukturen in Bildung und Forschung. Man muss „das Gras wachsen" hören, um Empfehlungen für die Technologie- und Innovationspolitik geben zu können. Auch hängt das Aufzeigen bestimmter Problemzonen in der Regel mit früheren Versäumnissen zusammen, die nicht ursächlich mit den Entscheidungen der heute in Wirtschaft und Politik Verantwortlichen in Verbindung zu bringen sind. Die nachfolgende Zusammenstellung beabsichtigt also nicht, die aktuelle Innovationspolitik der Gebietskörperschaften oder einzelner Institutionen zu bewerten.

Zur Grundfrage: Was trägt das Technologiegeschehen zur wirtschaftlichen Entwicklung Deutschlands bei?

Technologie, Bildung und Innovation sind für hochentwickelte und rohstoffarme Länder wie Deutschland unersetzlich: Sie halten die Wirtschaft in Gang, kompensieren weggefallene Arbeitsplätze durch innovative Neuproduktion und sorgen für hohe Einkommen. Nun ist Deutschland seit 1994 im Wachstum der Industrieländer zurückgeblieben und belegt – zwischen Italien und Japan – hintere Plätze. Die Wachstumsschwäche in der zweiten Hälfte der 1990er Jahre kann als das Spiegelbild der „Schwächeperiode" des deutschen Innovationssystems in der ersten Hälfte verstanden werden. Die Investitionen in Forschung und Entwicklung (FuE) bei Staat und Wirtschaft haben sich im letzten Jahrfünft zwar gut erholt, die Wachstumsraten sind sehr beachtlich. Deren Umsetzung in Produktivität, Einkommen und Beschäftigung ist jedoch kurzfristig noch nicht gelungen.

Zudem passen sich FuE- und Innovationstätigkeit der Unternehmen in allerjüngster Zeit konjunkturell wieder an die schwache Dynamik der Wirtschaft an. Positiv zu vermelden ist: Man legt noch zu und hat bisher Kurs gehalten. Die langanhaltende Wachstumsschwäche der Wirtschaft zusammen mit den nicht endenden Haushaltsbelastungen der Wiedervereinigung lassen mehr offenbar nicht zu. Generell bleibt der Osten Deutschlands ein Sorgenkind. Der Konvergenzprozess ist ins Stocken geraten, die forschungs- und wissensintensiven Wirtschaftszweige haben weiterhin geringe Bedeutung und der Industriebesatz sowie wenige forschende (Klein-) Unternehmen sind keine gute Grundlage, um weltweit aufzutrumpfen. Das Fehlen von Großunternehmen, die wie im Westen den Löwenanteil an Forschung und Entwicklung aufbringen würden, macht sich negativ bemerkbar.

Gleichzeitig durchläuft der forschungsintensive Industriesektor in seinem Wachstumsprozess einen intensiven Strukturwandel zu Gunsten von Spitzentechnologie. Jahrzehntelang galt (West-)Deutschland als ausgesprochen konsequent auf den Sektor der hochwertigen Technologie orientiert, der lukrativer ist. Dies scheint sich nun geändert zu haben. Das für hochentwickelte Volkswirtschaften typische Strukturwandelmuster hat sich also Jahr für Jahr auch in Deutschland mehr durchgesetzt und gegen Ende der 1990er Jahre gar beschleunigt.

Es bestehen alle Chancen, dass die starken Technologie- und FuE-Schübe der letzten Jahre ihre ökonomische Wirkung zunehmend entfalten werden. Es ist ein Wettlauf mit der Zeit, ob

Überblick

Der diesjährige Bericht umfasst im Hauptteil zehn Kapitel. Vorab werden die **aktuellen Entwicklungen** zentraler Kenngrößen der technologischen Leistungsfähigkeit im Zeitablauf und im internationalen Vergleich beschrieben. Im Gegensatz dazu befasst sich **Kapitel 1** mit den **mittel- und langfristigen Trends** von wichtigen Indikatoren der technologischen Leistungsfähigkeit sowie mit der Dynamik der wissensintensiven Wirtschaft im weltweiten Strukturwandel. Während Kapitel 2 den technologischen Aufholprozess in den östlichen Bundesländern thematisiert, eröffnet Kapitel 3 den Blick auf FuE-Indikatoren einiger ausgewählter asiatischer und osteuropäischer Länder.

Die Analyse der aktuellen Entwicklungen des Innovationssystems in ausgewählten Sektoren stehen in Kapitel 4 (Maschinenbau), 5 (Optische Technologie) und 6 (führende Märkte) im Mittelpunkt. Die Wissenswirtschaft wird im Hinblick auf Internationalisierung (Kapitel 7), Wissensdiffusion (Kapitel 8) und Gründung sowie Wissenstransfer aus Forschungseinrichtungen (Kapitel 9) diskutiert. Abschließend rundet **Kapitel 10** mit einem **Rückblick** auf die **Entwicklung der FuE-Struktur** in Deutschland in den letzten 150 Jahren den Bericht ab.

die stimulierenden Wirkungen aus dem Innovationsgeschehen schnell genug eintreten, denn die hohe Dynamik im Technologiegeschehen droht zu erlahmen.

Deutschland im Europäischen Forschungsraum

Aus Ländervergleichen lassen sich wichtige Positionsbestimmungen ableiten, die der Politik behilflich sein können, die richtigen Prioritäten zu setzen. Aber nicht jeder Rückstand auf jedweder **Rangliste** sollte zum Anlass genommen werden, um aufzuholen. So komplex wie ein nationales Innovationssystem – insbesondere in Deutschland – aufgebaut ist, bedingen sich Stärken und Schwächen gegenseitig. So zeigt z. B. das deutsche Wissenschaftssystem Stabilität. Die Indikatoren erreichen im weltweiten Vergleich der Industrieländer keine Spitzenwerte, sondern nehmen bei positiven Trends eine Position im Mittelfeld ein: die Publikationsanteile (8,9 % an allen weltweit) und Zitatraten (4,3 pro Publikation) sind deutlich unterhalb der USA (32,5 % bzw. 5,6) und ebenso deutlich oberhalb von Japan angesiedelt (10,1 % bei doppelten FuE-Ausgaben bzw. 3,5). In den letzten Jahren ist dieser Anteil an allen Publikationen gestiegen, die Qualität ist nicht schlechter geworden.

Aber trägt der Vergleich mit den großen Volkswirtschaften noch, wenn im neuen **Rahmenprogramm der Europäischen Union** wieder ein großer Schritt in Richtung Europäisierung der Forschungs- und Innovationslandschaft getan werden soll? Diskutiert wird längst nicht mehr die europäische Einzelprojektförderung, sondern die dauerhafte Etablierung großer paneuropäischer Exzellenzzentren und vor allem die Öffnung der nationalen Förderprogramme für Antragsteller aus den übrigen Mitgliedsländern. Angesichts dieser Entwicklungen wird man nicht umhin können, eine Neupositionierung von Ländervergleichen vorzunehmen. Neben dem weiterhin wichtigen internationalen Vergleich wird die Positionierung innerhalb der Europäischen Union immer zentraler werden. Auf dieser Betrachtungsebene ist aber Deutschland das größte Wirtschafts- und Wissenschaftsland und also in einer anderen Rolle als weltweit. Innovative „Alleingänge“ werden vermutlich die gleiche Wirkung haben wie diplomatische Initiativen: sie bewegen die gesamte Europäische Union. Die gleiche Wirkung mit umgekehrten Vorzeichen werden übermäßige Zurückhaltung und zögerliche Umsetzung neuer europäischer Vorhaben im sechsten Rahmenprogramm haben.

Das gilt nicht nur für die Forschungs- und Innovationspolitik selbst, sondern auch für das Berichtswesen darüber. **Europäische Berichte** zur Leistungsfähigkeit sind am entstehen und wollen in vielerlei Hinsicht neue Standards der Messbarmachung und zur Abgrenzung der Indikatoren setzen. Der vorliegende Bericht ist dadurch bereits inspiriert worden. Auch wenn dies neue Melde- und Erhebungspflichten der Statistischen Stellen in Deutschland nach sich ziehen dürfte, sollten die Vorhaben aktiv und präjudizierend vorangebracht werden. Die geringen hierfür eventuell benötigten Fördermittel sollten daran gemessen werden, dass bei der Bestimmung der Leistungsfähigkeit von europaweiten Qualitätsverbesserungen auch die zukünftige nationale Berichterstattung profitieren wird.

Mehr Offenheit in der Forschung gefragt

Zurück zur Positionierung der deutschen **Forschung**. Wenden wir den Gedanken des konsequenten europäischen Ländervergleichs auf die Publikations- und Zitatstatistik an, findet man, dass die mittlere Position Deutschlands einer nicht in allen Forschungsgebieten konsequent angestrebten Internationalisierungsstrategie geschuldet wird. Auffällig ist im euro-

päischen Vergleich die durchgängig gute Position kleinerer Länder wie der Niederlande, aber auch der Schweiz. Dem zurückhaltenden deutschen Beispiel folgen etwa Italien und Frankreich. Dies zeigt, dass – neben einem exzellenten Wissenschaftssystem – eine hohe Offenheit nach außen mindestens im europäischen Raum entscheidend ist. Der Schatz eines ausgeprägten **nationalsprachlichen Systems** von Fachzeitschriften, den große europäische Länder (aber auch Japan) besitzen, kleinere aber nicht angelegt haben, scheint zu vergilben. Zuschüsse an jüngere Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler (unterhalb des Niveaus von Auslandsstipendien) könnten das Auftreten auf europäischen und außereuropäischen Konferenzen und das Anfertigen nichtdeutscher Publikationen stimulieren. Dass angesichts des Trends zur Europäisierung und Globalisierung von Deutschlands Wissenschaftssystem selbst wenig Initiative ausgeht (jedenfalls in manchen Gebieten), ist langfristig nicht vorteilhaft.

Kleinere und Mittlere Unternehmen bei FuE stützen

Was FuE in der Wirtschaft angeht, so wurde FuE in den 1980er Jahren in der Breite als wichtiger unternehmerischer Aktionsparameter entdeckt und kräftig ausgeweitet. In letzter Zeit nehmen hingegen die FuE-Kapazitäten ausgesprochen selektiv in Richtung Spitzentechnologie und beim Automobilbau zu; in vielen anderen Sektoren setzt sich der Kurs des Ausdünnens der FuE-Abteilungen fort. Immer größere Anteile der FuE-Mittel der **größeren Unternehmen** werden den angestammten Kernkompetenzen und der **kürzerfristigen Verwertung** gewidmet. Sie richten sich zunehmend sensibel auf konjunkturelle Einflüsse aus und reduzieren ihre langfristige Forschung.

Die staatlichen Finanzierungsanteile haben sich tendenziell zu Gunsten der Klein- und Mittelunternehmen verschoben: 1999 wurden 7,2 % ihrer FuE staatlich finanziert, bei Großunternehmen waren dies 6,3 %. Und doch haben die FuE-Aktivitäten der Unternehmen an Breite verloren. Gegen Ende der 1990er Jahre hat sich diese Entwicklung noch einmal beschleunigt. Geradezu abrupt haben sich manche Klein- und Mittelunternehmen aus FuE verabschiedet: in nur zwei Jahren in der Größenordnung von mehr als 1000. Dies gibt Anlass zur Besorgnis, denn ihre Innovationsfähigkeit ist – zumindest mittelfristig – eng an FuE-Tätigkeit oder die Verfügbarkeit von entsprechend erfahrenem Personal geknüpft. Selbst wenn sie externes Wissen nutzen wollen und auf eigene FuE verzichten, ist Ankoppelungskompetenz und Kooperationsfähigkeit mit Forschungszentren, Hochschulen oder fremder Unternehmens-FuE erforderlich.

Arbeitsteilung im Grundlagenwissen in Frage gestellt

Nun könnte man die Vernachlässigung bei der Wissensakkumulation im Sinne einer Arbeitsteilung akzeptieren, wenn die öffentliche Hand kontrapunktisch entschlossen wäre, zusätzlich in Grundlagenwissen und -forschung zu investieren und gleichzeitig weitere Schnittstellen zu den Unternehmen herzustellen. Denn unabhängig von der beobachteten leicht korrigierten Zurückhaltung bei mittelfristig orientierten Projekten der Wirtschaft ist langfristig nicht mehr damit zu rechnen, dass strategische Zukunftsvorsorge durch FuE in den Planungen der Unternehmen wieder das Gewicht der 1980er Jahre erhält. Aber auch die konzeptionelle Entwicklung der FuE-Förderung der öffentlichen Hände – insbesondere dann, wenn man die EU-Förderung mit einbezieht – weist in die gleiche Richtung wie die der Wirtschaft: der Staat fasst immer weniger den Aufbau eines gesellschaftlichen Wis-

sensvorrats ins Auge, sondern betont bei seinen Förderkonzepten ebenfalls die Anwendung und Umsetzung von Wissen. Parallel dazu ist das FuE-Personal an den Universitäten rückläufig, die bisher übliche Grundfinanzierung für diese wird durch die Länder eingesammelt und mit einigen zusätzlichen Verwaltungsfreiheiten in Solidarpakten o. ä. vergütet, also entmonetarisiert. Die Erhöhung der FuE-Ausgaben für erkenntnisorientierte und programmübergreifende Grundlagenforschung des Bundes knapp oberhalb der Inflationsrate (von EUR 1,5 Mrd. 1997 auf EUR 1,6 Mrd. 2000) kann diese Umorientierungen allein nicht kompensieren. Bei diesem Verhalten der Staatsorgane – die in ihrer Eigenlogik jeweils gut begründet erscheint, aber in wenig koordiniertem Zusammenspiel zur Vernachlässigung des Grundlagenwissens beiträgt – wird möglicherweise verkannt, dass gerade qualitativ hochstehende Grundlagenforschung mittelfristig und nachweisbar erheblich zum Innovationsgeschehen beiträgt.

Der Markt für **FuE-Dienstleistungen** mit erheblichen Wachstumsraten – relevant zur konjunkturellen Steuerung von FuE-Nachfrage bei hoher Spezialisierung und meist verbunden mit einem erheblichen Wissenstransfer – boomt im Bereich der Konzernunternehmen (Anteil: 19 %), zwischen fremden Industrieunternehmen (32 %) und vor allem Dienstleistungsunternehmen (33 %). Das Ausland spielt eine wachsende Rolle, auch die öffentlichen Forschungseinrichtungen, Hochschulen wie außeruniversitäre versuchen ihre Verluste an Grundfinanzierung durch vermehrte FuE-Dienstleistungen auszugleichen: 8 % konnten die Hochschulen und 7 % die außeruniversitären öffentlichen FuE-Einrichtungen verbuchen.[2] Die Unternehmen geben an, dass sich die bisher positive Entwicklung des Markts für FuE-Dienstleistungen auch in Zukunft fortsetzen wird. Dabei spielt auf Grund des eigenen konzerninternen FuE-Markts vor allem die zunehmende Nutzung des wissenschaftlichen Grundlagenwissens eine Rolle. Die offene Frage ist also, ob die signalisierte zukünftige Nachfrage nach diesem Wissen auf adäquate Angebote stoßen wird und ob dieses Wissen im Sinne einer Integration komplementären Know-hows den Transfer in die Produktentwicklung antreten kann.

Deutscher Dienstleistungssektor doch nicht zurück?

Hinweise auf das Innovationsgeschehen im Dienstleistungssektor, der nach landläufiger Meinung in Deutschland unterentwickelt ist, erhält man aus der Markenstatistik. Denn zu den traditionellen gewerblichen Schutzrechten wie den Patenten, Gebrauchsmustern oder dem Copyright gehört auch der **Markenschutz**. Im Gegensatz zu Patenten werden Marken gleichermaßen für Produkte und Dienstleistungen angemeldet, wobei allerdings das Kriterium der Neuheit sich anders als im patentrechtlichen Sinne auf den ersten Anmelder bezieht; Technologieintensität spielt keine Rolle. Patentgeschützte Produkte können gleichzeitig Markenschutz genießen, der über das Ablaufen des Patents anhält.

Eine erste Analyse der Markenstatistik zeigt nun u. a., dass sich in Deutschland vor allem die Marken für **produktbegleitende Dienstleistungen** ausdehnen (von 10 % auf 40 % zwischen 1990 und 2000). Im internationalen Vergleich und auf Basis der noch neuen Markenanalyse hat Deutschland im Bereich der **Dienstleistungsmarken** mittlerweile zum internatio-

---

[2] Eine Analyse der Anbieterstruktur ist für die Berichterstattung des nächsten Jahres fest eingeplant.

nalen Stand aufgeschlossen, wie sich auch in anderen Untersuchungen (CIS, Wirtschaftsstruktur) zeigen lässt. Angesichts der niedrigen FuE-Intensität des Dienstleistungssektors wird auch deutlich, dass neue Dienstleistungen weniger FuE als Input benötigen als vielmehr Humankapital, Wissen und häufig Investitionen in hochwertige Sachgüter. Von staatlicher Seite aus wird man das Innovationsgeschehen im Dienstleistungsbereich wohl eher nicht durch FuE-Maßnahmen beschleunigen können, es bedarf aber möglicherweise keiner besonderen Aufholanstrengung. Wichtig ist vielmehr die Frage: Wie kann der Staat dazu beitragen, durch innovative Dienstleistungsförderung (z. B. Verkehr, Gesundheit, Umwelt, Kommunikation, Verwaltungsmodernisierung) weitere Innovationsanreize auszuüben, die auch auf die Industrie ausstrahlen (Mobilitätstechnik, Pharmazie, Medizintechnik, Umwelttechnik, IuK usw.).

Früher hieß es, Dienstleistungen seien ihrem Wesen nach weder lager- noch exportfähig. Zwar werden Dienstleistungen in weit geringerem Maße als Waren international gehandelt und es stimmt auch, dass viele Dienstleistungen im Ausland nur durch Präsenz vor Ort erbracht werden können und sich daher vielfach eher in Direktinvestition als in Exporten niederschlagen. Dennoch: Stark steigende Auslandsquoten von Dienstleistungen zeigen die kleineren Volkswirtschaften, nicht Deutschland mit einem Anteil von 5 % an allen Exporten. Insgesamt dürfte vor allem bei wissensintensiven Dienstleistungen die Internationalisierung zunehmen. Ein Teil wird immer intensiver als Vorleistungen in die Warenproduktion eingehen und daher in den Statistiken des Außenhandels nur indirekt aufscheinen. Die Bedeutung von **Dienstleistungen für den Export** der deutschen Wirtschaft ist daher erheblich größer als sie in der Struktur der Exporte unmittelbar zum Ausdruck kommt. In den deutschen Warenexporten steckt zu fast einem Fünftel Wertschöpfung aus dem wissensintensiven Dienstleistungssektor. Auch hier gilt: Eine vernünftige nationale Rahmensetzung für das Innovationsgeschehen im Dienstleistungsbereich ist schon Außenhandelspolitik.

Arbeitsmarkt für Hochqualifizierte: weiterhin kritisch

Es kann nicht Aufgabe der Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit sein, alle Problemzonen des deutschen Bildungssystems jährlich zu behandeln, auch wenn die Ergebnisse der sogenannten Pisa-Studie in letzter Zeit viel Wirbel, Zustimmung und überraschend schnelle Wellen mit Verbesserungsvorschlägen ausgelöst haben. Insoweit die dargelegten Mängel allerdings die allgemeinen Lernfähigkeiten betreffen, wirken sie sich schon auf den Erwerb technologischen Wissens und höherer Qualifikationen aus, die im hier vorliegenden Zusammenhang von Wichtigkeit sind. Denn die Bildungsinstitutionen leisten neben ihrer sozial-integrativen Funktion einen entscheidenden – wenngleich indirekten – Beitrag zu Produktivität, Innovation und Wohlfahrt. Nachdem im letzten Berichtsjahr dem **Arbeitsmarkt für Hochqualifizierte** in Deutschland besonderes Augenmerk geschenkt wurde, kann eine Wiederholung der politischen Schlussfolgerungen in diesem Jahr entfallen. Denn die dargelegten Probleme lösen sich nicht innerhalb eines Jahres in Luft auf. Schon deswegen, weil ersteingeschriebene Studierende dem Arbeitsmarkt erst Jahre später zur Verfügung stehen, ändern sich die Strukturen nur langsam.

Festgehalten werden muss allerdings, dass die Knappheit an hochqualifizierten Erwerbspersonen nicht nur die Innovationsfähigkeit der Wirtschaft betrifft (ob die Politik hier mit der Einführung der Green Card wirklich viel helfen konnte, kann für unser Argument dahingestellt bleiben), sondern auf die Leistungsfähigkeit von Schulen, Hochschulen und For-

schungseinrichtungen und damit das **Fundament** der internationalen Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft. Übrigens mangelt es in der Wirtschaft nicht nur an Spitzenqualifikationen von hohem wissenschaftlichen Niveau, sondern auch an Hochqualifizierten mit Produktions- und Innovationskompetenz. Empfohlen werden kann eine stärker an der betrieblichen Praxis ausgerichtete Ausbildung an Berufsakademien, Fachschulen und Fachhochschulen, damit wissenschaftliche Erkenntnisse schneller in Innovationen und Arbeitsplätze bei Klein- und Mittelunternehmen und im Handwerk umgesetzt werden können. Die neu eingeführten Studiengänge jeglicher Provenienz, die zum Bakkalaureat oder Magister führen, sind ein Schritt in diese Richtung. Ebenfalls vor Herausforderungen stehen aber auch die Ausbildungsgänge für das entsprechende Personal im öffentlichen Bereich.

Ausgebildete Frauen vom Beruf fernzuhalten ist volkswirtschaftliche Verschwendung

Besonders verschwenderisch wird mit den Fähigkeiten, dem Wissen und den Fertigkeiten von Frauen umgegangen: Sie werden trotz aller Klagen über Knappheit von qualifikatorischen Potenziale nur unzureichend beschäftigt. Ein weiteres **Aufschließen** der in Deutschland sehr niedrigen Frauenerwerbsquote an diejenigen der Männer kann empfohlen werden: In der Wirtschaft sind nur 17½ % des FuE-Personals weiblich, unter den Akademikern nur knapp 10 %. Es gilt, mit gezielten organisatorischen Innovationen einen **gleichstellungspolitischen Modernisierungsschub** in Deutschland zu erreichen, um die vielfältigen Qualifikationsressourcen von Frauen umfassend auf dem Arbeitsmarkt einsetzen zu können. Das schulische Qualifikationsniveau von Frauen ist überdurchschnittlich hoch, spiegelt sich allerdings überhaupt nicht adäquat in FuE-Arbeitsplätzen. Bei den konkreten Maßnahmen sollten folgende Ansatzpunkte vorrangig verfolgt werden:

- familienfreundliche **Arbeitszeitmodelle**, die es beiden Geschlechtern erlauben, Beruf, Familie, ehrenamtliche Tätigkeit usw. besser miteinander zu verbinden (z. B. familienfreundliche Arbeitszeitflexibilisierung, Arbeitszeitverkürzungen für bestimmte Beschäftigungsgruppen, Abbau überlanger Arbeitszeiten, erweiterte Teilzeitarbeitsmöglichkeiten),
- Förderung familienfreundlicher **Arbeitsformen**, wie z. B. alternierender Telearbeit zur besseren Synchronisierung der Anforderungen aus Arbeits- und Lebenswelt,
- eine frauenadäquate **Bildungs- und Qualifizierungsoffensive** (insbesondere Beeinflussung des Berufswahlverfahrens, veränderte Ausbildungsformen in Natur- und Ingenieurwissenschaften, z. B. stärker monoedukativ, ggf. Frauenquoten in der beruflichen Erstausbildung, Anpassung arbeitsmarktpolitischer Maßnahmen, Eingliederungszuschüsse, frauenadäquate Konzepte für lebenslanges Lernen),
- **familienpolitische Flankierung**, d. h. insbesondere Ausbau der Betreuungsinfrastruktur für Kinder (auch in Ferien, bei Krankheit usw.) und Pflegebedürftige.

In Fortsetzung der Green-Card-Initiative ist es notwendig, die Voraussetzungen für eine erleichterte **Zuwanderung** qualifizierter Arbeitnehmer und Selbstständiger voranzubringen. Dazu sollte auch die deutliche Ausweitung des Anteils **ausländischer Studierender** gehören, denn der Bildungsexport führt mittel- und langfristig zu verbesserten Kooperationen zwischen dem Heimatland der Studierenden und Deutschland, weil durch das Studium in Deutschland langfristige Präferenzen im späteren Berufsleben begründet werden.

Beschleunigt die vierte Säule des Bildungssystems aufbauen

In diesem Zusammenhang ist es erfreulich, dass eine Reihe von Reformen im Hochschulbereich bereits umgesetzt bzw. in Angriff genommen sind (etwa Bakkalaureus- und Magisterstudiengänge). Weniger Aufmerksamkeit ist bisher der „vierten Säule im Bildungssystem“, dem Bereich der **Weiterbildung**, zuteil geworden. Denn die zumeist vor dem Eintritt ins Erwerbsleben erworbene berufliche Qualifikation veraltet im Zuge der technologische Entwicklung recht schnell. Auch Wissen wird abgeschrieben. Gemessen an den weitreichenden Erfordernissen der **Wissensgesellschaft** bleibt die Teilnahme an beruflicher Weiterbildung in Deutschland jedoch deutlich hinter der in vergleichbaren anderen Ländern zurück: nur 10 % der Erwerbstätigen nehmen an beruflichen Weiterbildungsmaßnahmen teil. Die Finanzierung ist hierbei einer der kritischen Punkte. Abhilfe könnte die Förderung von Ansparmodellen etc. sein, sodass die private Eigenbeteiligung an der Weiterbildung genauso selbstverständlich wird wie im Wohnungsbau. Die Bildungs- und die Innovationspolitik ist aber vor allem bei der Bereitstellung eines entsprechenden Angebots der Weiterbildungsträger gefordert: Das System ist noch nicht auf eine kontinuierliche Weiterbildung im Sinne eine lebenslangen Lernens eingestellt.

Ostdeutschland: Konvergenzprozess im Stocken

Die FuE-Neigung in der Industrie der neuen Bundesländer ist niedrig. Sie hat den enormen Schwung an FuE-Intensivierung, der Westdeutschland in der zweiten Hälfte der 1990er Jahre erfasst hat, nicht mitgemacht. Die östlichen Bundesländer sind wenig in den internationalen Technologiewettbewerb eingebunden. Zwar kommt man langsam voran, aber die vergleichsweise geringe Bedeutung forschungs- und wissensintensiver Wirtschaftszweige, der geringe Industriebesatz sowie wenige forschende Unternehmen sind keine gute Grundlage, um weltweit aufzutrumpfen. Der Konvergenzprozess ist ins Stocken geraten. Der grundlegende Neuaufbau hat z. T. die Chance geboten, sektorale oder regionale Lücken schließen zu helfen, die sich im Laufe der Zeit in der westdeutschen Wirtschaft aufgetan haben. Die ganze westdeutsche Wirtschaft als Benchmark für die östlichen Bundesländer heranzuziehen ist nur begrenzt zulässig, denn die Industriestrukturen sind zu unterschiedlich: 8 % der FuE-Beschäftigten im früheren Bundesgebiet sind in kleinen Unternehmen (unter 250 Beschäftigte) tätig – in den neuen Ländern aber 58 %. Umgekehrt: Großunternehmen (mehr als 2000 Beschäftigte) beanspruchen 69 % des FuE-Personals im Westen, in den neuen Ländern aber nur 25 %. Daraus folgt: Technologiepolitik für eine Stärkung überregional und international bedeutender Innovationszentren in den neuen Ländern, die auch die technologische Leistungsfähigkeit Deutschlands insgesamt stärken könnte, muss **regional** ansetzen. Die bisherige Förderung von FuE in der Breite hat nicht zuletzt Beschäftigung und Qualifikation gesichert und die Unternehmen am Innovieren gehalten; die Bündelung von Kompetenzen ist dabei in der Vergangenheit aber zu kurz gekommen. Vereinzelt aufgetretenen Spitzenunternehmen fehlte es an technologischer Ausstrahlungskraft – oder anders gesagt, die breite Masse von ostdeutschen Innovatoren ist für solche Impulse nicht aufnahmefähig, Großunternehmen fehlen weitgehend. Alles in allem stellt sich die Frage, ob an der bisherigen Förderpraxis in den neuen Bundesländern **Korrekturbedarf** besteht. Vor allem bedarf die Wirtschaftsstruktur dringend der Erneuerung durch forschungs- und wissensintensive Gründungen, denn das Niveau in Ostdeutschland ist noch niedrig. Die Aufwärtstrends gerade im informationstechnischen Bereich sind aber sehr bemerkenswert.

Weltweiter Innovationswettbewerb wird breiter

Gänzlich anders als in Ostdeutschland bilden sich in sogenannten Aufholländern so etwas wie nationale Innovationssysteme heraus. Man kann das technologische Aufstreben in weniger entwickelten Ländern und ihre Integration in den Weltmarkt unter Aspekten der Gerechtigkeit, des Kampfes gegen den Terror oder der Beseitigung der vom „Norden“ aufgeprägten Kolonialstruktur sehen. Festzustellen ist jedenfalls, dass einige neue Konkurrenten nicht nur auf Grund ihrer niedrigeren Einkommens- und Infrastrukturposition den hoch entwickelten Industrieländern Paroli bieten können, sondern auf Grund ihrer Investitionen in Humankapital (Wissen). Das Teilnehmerfeld am weltweiten Innovationswettbewerb ist breiter geworden; das **Monopol „des Nordens“ auf FuE erloschen**.

Von den durch den Aufholprozess angeregten Veränderungen der internationalen Arbeitsteilung profitieren grundsätzlich auch die hoch entwickelten Länder. Nicht nur, dass Migrationsströme gestoppt werden, nein, vielmehr geht die Importnachfrage der Aufholländer mit zunehmendem Entwicklungsstand immer stärker in Richtung der Angebotspalette der Länder vom Typ Deutschland mit seinen hochwertigen, differenzierten Gütern und Dienstleistungen. Deutschland ist insbesondere mit den mittel- und **osteuropäischen Reformstaaten** ausgesprochen eng verflochten: 42 % aller Exporte aus OECD-Ländern kann Deutschland für sich verbuchen. Dies ist angesichts der Osterweiterung der EU als Pluspunkt zu werten.

Die **schwache Verankerung in Asien**, die sich auch in einer mageren Vertretung durch Direktinvestitionen bemerkbar macht, mag in Zeiten der finanziellen Krisen in Asien ein Vorteil gewesen sein (nur 6 % aller OECD-Exporte an die fünf Tigerstaaten und 11 % an China sind deutschen Ursprungs). Aus einer längerfristigen Perspektive heraus sollte jedoch das außenwirtschaftliche Engagement in diesen Regionen deutlich gesteigert werden. Die Politik muss wissen, dass die Wachstumsaussichten dieser Regionen für ungleich höher eingeschätzt werden als die, welche sich unter langsam hochgefahrenen EU-Freizügigkeiten für die mittel- und osteuropäischen Länder auftun dürften.

Rolle der Marktführerschaft nicht übersehen

Das Innovationssystem wird immer noch sehr häufig als linear, d. h. sequenziell gedacht: FuE führt zu Innovation, mehr FuE zu mehr Innovation. In Bezug auf den Dienstleistungssektor greift dieses Konzept sowieso nicht. Aber auch für verarbeitete Waren tritt in letzter Zeit die Vorstellung von nachfragegetriebenen Prozessen (wieder) ins Zentrum des Interesses. In der neuerlichen Welle der Rückbesinnung auf innovationsrelevante Nachfrageprozesse ist das Stichwort vom **führenden Markt** oder **„Lead-Markt“** geprägt worden. Die Analyse unterschiedlicher Nachfragebedingungen zur Erklärung der Führungsposition in bestimmten Märkten markiert damit ein neues „Beweisstück“ für die Innovationspolitik, mindestens aber eine neue Perspektive: Wer seine eigene Technologie an führenden Märkten ausrichtet, kann seine Innovationen rasch gegenüber alternativen Innovationsdesigns anderer Länder am Weltmarkt durchsetzen.

So kann man auch die überragende Bedeutung des **Automobilbaus** besser verstehen. Deutsche Autohersteller nutzen die heimische Nachfrage zu Exporterfolgen. Ein hoher qualitativer Anspruch, Kundenkompetenz, hohe Anforderung an die Leistung durch das Fehlen eines generellen Tempolimits bei gleichzeitiger Verbrauchseffizienz durch hohe Kraftstoff-

preise – beides Folgen der Verkehrs- bzw. Umweltpolitik – treibt die deutsche Automobilindustrie zu Höchstleistungen, die voll auf den internationalen Trend durchschlagen. Die Pionierrolle des Automobilbaus schlägt auf andere Branchen durch: Beispiele für solche Innovationen sind das Antiblockiersystem, der Airbag, Sicherheitsgurte oder Innenraumluftfilter (Textilindustrie). Die Bedeutung des Automobilbaus für das Innovationssystem in Deutschland kann daher gar nicht hoch genug eingeschätzt werden. Er ist nicht nur selbst Motor für Innovationen, die wesentlich zur starken Position Deutschlands auf internationalen Märkten beitragen, er ist auch Antrieb für FuE und Innovationen in vielen anderen Branchen und verhilft auch diesen mit zu Exporterfolgen.

Die Analyse der Lead-Position Deutschlands Ende der 1990er Jahre gibt einige wichtige Hinweise für die strategische Ausrichtung einer Innovationspolitik, die neben der Technologieentwicklung gezielt die Potenziale der deutschen Nachfrage als Motor für innovationsgetriebene Exporttätigkeiten nutzt. Mit den Defiziten, die aus „idiosynkratischer Nachfrage“[3] in Deutschland herrühren, muss die Politik richtig umgehen. Sie sollte im Auge behalten:

- Idiosynkratische Bedingungen können durch nationale Gesetzgebung, durch das Beharren auf individuellen nationalen Standards oder durch große Kunden (z. B. frühere Staatsmonopolisten) perpetuiert werden.
- Wenn die für die Technologieentwicklung maßgebenden Impulse aus der Nachfrage kommen, findet der Innovationswettbewerb über die Konkurrenz von Innovationsdesigns statt, die am besten den künftigen Anforderungen der Nachfrage Genüge leisten. Vielleicht kommt gerade hier dem Instrument des Markenschutzes besondere Bedeutung zur.
- Bei einer hohen Bedeutung neuer Technik dominieren dagegen neue FuE-Ergebnisse und die rasche Annahme und Adoption der neuen Technologie im In- und Ausland.

Wunderkind Maschinenbau mittelfristig doch teilweise in Gefahren?

Der **Maschinenbau** ist ein wichtiges Beispiel für die Lead-Markt-Rolle. Die Exportstärke des deutschen Maschinenbaus geht vorrangig auf Innovationen zurück, die deutsche Kunden angestoßen haben. Diese Impulse kommen aus fast allen Industriebranchen, insbesondere auch den weniger FuE-intensiven. Dass der Maschinenbau eine Kernbranche für die technologische Leistungskraft Deutschland ist, beruht nicht nur auf der Größe des Wirtschaftszweigs – er bietet knapp einer Million einen Arbeitsplatz, sondern bezieht sich insbesondere auch auf die Rolle der Maschinenbauunternehmer als Katalysatoren und Transformatoren für die Innovationsaktivitäten seiner Zulieferer und Abnehmer. Der Maschinenbau hat seinen Einbruch aus der Mitte der 1990er Jahre überwunden und in den Jahren 2000 und 2001 neue Rekordumsätze verbucht. Dies ist umso bemerkenswerter, als die inländische Investitionsgüternachfrage nach wie vor wenig dynamisch ist. Die Innovationskraft des deutsches Maschinenbaus steht auf einer breiten Basis – er hat technologische Revolutionen wie die Computerisierung zu bewältigen gewusst. Die Weltmarktstellung deutscher Maschinenbauer

[3] Mit dem aus der Individualpsychologie stammenden Begriff der Idiosynkrasie wird in den zeitgenössischen Kulturwissenschaften eine Selbstbezüglichkeit größerer Kollektive bezeichnet. Ein idiosynkratischer Markt liegt also dann vor, wenn deutsche Kunden Produktlösungen präferieren, die international nicht gängig sind. Feststellen lassen sich solche Märkte am Umstand, dass zwar kundenorientiert Innovationen hervorgebracht, aber gleichzeitig niedrige Exportquoten erzielt werden.

ist nach dem Abfluss dieser technologischen Umwälzung stärker als zuvor. Die Innovationspolitik könnte sich zurücklehnen und sich am **Wunderkind** erfreuen.

Aber es mehren sich die Zeichen, dass der Maschinenbau stark unter Druck gerät: Die Importe wachsen deutlich schneller als die Exporte (in der übrigen Industrie ist das umgekehrt), etliche Nachfragegruppen im Inland brechen weg und der Fachkräftemangel wirkt sich hier besonders stark aus. Berücksichtigt man zudem die Überlegungen zur Rolle von führenden Märkten, dann resultieren aus dieser Entwicklung der Inlandsnachfrage eine Reihe von **mittelfristig relevanten Gefahren** für die technologische Leistungsfähigkeit in Teilzweigen des Maschinenbaus, die unter massivem Anpassungsdruck und Nachfragerückgängen leiden. Eine Erhöhung der Investitionstätigkeit in Deutschland wäre eine wesentliche Stütze, verlangt sie doch nach neuen Maschinen und Anlagen; entsprechend sollte die Wirtschafts- und Innovationspolitik gesamthaft darauf abzielen, die Investitionstätigkeit in Deutschland wieder auf einen höheren Wachstumspfad zurückzuführen.

Optische Technologie an der Wegegabelung

Auch der zur Spitzentechnologie zählende Sektor Mess- und Regelungstechnik inklusive der Optik gründet seine herausragende Exportleistung in besonders hohem Maße auf Produktinnovationen, die von deutschen Kunden angestoßen wurden. Die Optik hat bereits seit dem Altertum Bedeutung: Beispielsweise ließ Archimedes mit Hohlspiegeln die Segel anrückender Kriegsschiffe in Brand setzen. Im Zeitalter der Industrialisierung haben Brillen und Kameras **zentrale kulturelle Funktionen** übernommen: Lesefähigkeit, Archivierung historischer Bilder, Überwachung von Kriminalitätszonen. Die optische Technologie wird hier aber deswegen betrachtet, weil sich in der letzten Zeit eine technologische und wirtschaftliche Revolutionierung abzeichnet, die sich in der Vorstellung technologischer Pfade und ihrer Gabelung verdichtet. Obwohl Verlauf, Richtung und Endpunkt nur langsam erkennbar werden, machen Schlagworte wie „Datenübertragung durch Licht", „optisch arbeitende Computer", „Photonik" etc. Karriere. Lichtstrahlen können sich in der Ebene oder im Raum – anders als Strom – ohne Wechselwirkung kreuzen. Alle bisher bekannten Leistungsgrenzen der Opto-Elektronik werden verschoben.

Die optische Technologie ist in der Tat zu einer neuen **Schlüsseltechnik** geworden, die für viele weitere Anwendungen und Produkte als Input dient. Auch wenn der Wertschöpfungsanteil bei manchen Produktgruppen klein sein mag (die Produktionskosten eines Lasers für einen herkömmlichen CD-Player belaufen sich auf rund EUR 1–2), ist die optische Technologie häufig für die Funktionalität von alles entscheidender Bedeutung: bereits heute beeinflusst der Einsatz Optischer Technologie rund 14-15 % der Arbeitsplätze im Verarbeiteten Gewerbe Deutschlands.

Die Anwendungen der Optik sind heterogen, um nicht zu sagen, unübersichtlich. Die wohl wichtigsten Anwendungen liegen im Bereich der IuK-Technik: hier ist Deutschland ähnlich schwach wie in der IuK-Technik insgesamt. Allerdings werden beim Übergang von der Optoelektronik zur Photonik die **Karten neu gemischt**. Die führenden Länder und Unternehmen in der Mikroelektronik haben in der zukünftigen optischen IuK-Technik nicht automatisch einen Wissensvorsprung. Auch sind die Ausgangspositionen der Bundesrepublik in zukunftsträchtigen kleineren Anwendungsbereichen der modernen Optik (z. B. in der Biomedizin) mehr als gut: die Patentzahlen haben sich hier in zehn Jahren zum Teil fast ver-

dreifacht, während sie in anderen Gebieten nur um die Hälfte zunahmen. Jetzt gilt es, diese Stellung zu halten bzw. weiter auszubauen, insbesondere in Konkurrenz zu den USA und teilweise auch zu Japan. Das deutsche Wissenschaftssystem ist hier bereits in **Vorleistung** gegangen: 1990 stammten 5,4 % aller wissenschaftlichen Publikationen weltweit aus Deutschland, jetzt sind es 9 %. Das nationale deutsche Innovationssystem sollte den Paradigmenwechsel in der Optik von „Linsenschleiferei“ zu Photonik bewusst begleiten. Von den korporatistischen Maßnahmen her wird die Optik immer noch als kleine Schwester der Feinmechanik gesehen. Die Politik muss kohärente Berufsbezeichnungen, Brancheneinteilungen und v. a. m. initiieren oder wenigstens nicht behindern, die dem neuen Paradigma entsprechen. Die Zeichen der Zeit beamen Lasershows in den Himmel: Nun gilt es, mit entschlossenen Strukturanpassungen Entwicklungspfade zu bereiten.

Innovationsausbreitung schafft Wachstum

Die Befunde zu den führenden Märkten stellen auch die **Bedeutung der Standardisierungsprozesse** in Deutschland heraus. Aus innovationspolitischer Sicht sollte der Optimierung der Schnittstelle zwischen Inventions- und Normungssystem eine größere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Denn durch den Transfer der Ergebnisse von staatlich geförderten Forschungsprojekten in die Normungsprozesse können signifikante Diffusionseffekte erreicht werden, die das gesamtwirtschaftliche Wachstum nachhaltig unterstützen. Das gesamtwirtschaftliche Wachstum Deutschlands in den letzten 40 Jahren ist mindestens genauso stark durch die Diffusion von Innovationen stimuliert worden wie durch Erfindungen und den Einbezug von Wissen aus dem Ausland. Zwar ist schon lange bekannt, dass grob gesprochen die Hälfte des Wirtschaftswachstums auf den technischen Fortschritt zurückzuführen ist. Dass an dieser Hälfte jedoch die Diffusion von Innovationen über Standardisierung einen maßgeblichen Anteil hat, hat sich erst kürzlich entpuppt.

International abgestimmte Normen haben ebenfalls Bedeutung für die Außenhandelsstrukturen und -ergebnisse im Hochtechnologiebereich. **Internationale Normen** tragen stärker als nationale Normen zur **Förderung des intraindustriellen Handels** bei. Daraus lässt sich folgern, dass sich die deutschen Unternehmen verstärkt in die europäische und internationale Normung einbringen müssen, um die Exportpotenziale zu sichern. Die Innovationspolitik sollte über eine klare Motivierung der entsprechenden öffentlichen und halböffentlichen Einrichtungen dafür sorgen, dass nicht nur große Unternehmen darin unterstützt und angespornt werden, und einem nationalen Rückbezug einen Riegel vorschieben.

Wandlung des internationalen FuE-Standorts Deutschland

Deutsche Unternehmen haben bezüglich der Internationalisierung ihrer FuE den Rückstand gegenüber den USA verkürzt. Der Charakter des internationalen FuE-Standorts Deutschland hat sich dabei gewandelt: Die Auslandsaktivitäten deutscher Unternehmen (1999: EUR 7,3 Mrd.) übersteigen die Aktivitäten ausländischer Unternehmen in Deutschland (1999: EUR 6,8 Mrd.). Dennoch erweist sich die oft geäußerte Befürchtung von einer **Auslagerung der FuE-Aktivitäten** aus Deutschland als unbegründet. Eine verstärkte Politik für den Innovationsstandort Deutschland muss also auf mehr als nur die unmittelbaren FuE-Bedingungen der Unternehmen gerichtet sein. Alle innovationsrelevanten Rahmenbedingungen gehören auf den Prüfstand (Bildung, Mobilität, Standards, FuE-Kooperationen, Schutz geistigen Eigentums etc.). Da ein positiver Zusammenhang zwischen der Wissen-

schaftsbindung der Technologie und den FuE-Schwerpunkten deutscher Unternehmen im Ausland vorliegt, ist erneut die Frage zu stellen, ob die Forschungspolitik in Deutschland gut beraten ist, ihre Förderung des nichtindustriellen Bereichs stärker auf Anwendungen hin zu orientieren. Die multinationalen Unternehmen sind gerade in den wissensintensivsten Bereichen (Biotechnologie, Pharmazie, Halbleiter und organische Chemie) im Ausland stärker spezialisiert als im Inland. Sie suchen dort Zugang zur Grundlagenforschung, den sie zu Hause nicht finden oder zu finden glauben. Werden hier Signale gesetzt, dass die außerindustrielle Forschungslandschaft in Deutschland sich weniger mit der erst langfristig anwendungsrelevanten Grundlagenforschung befassen solle, wird diese Tendenz wohl verstärkt. Die Entscheidung über den FuE-Standort ist im übrigen marktgetrieben, politische Rahmenbedingungen sind keine leitenden Motive. Dies verstärkt die bereits ausgesprochenen Empfehlungen zur Schaffung von führenden Märkten. In der Tat kommt die anwendungsorientierte Forschung in Deutschland den ausländischen Unternehmen entgegen. Diese richten ihre anwendungsorientierte Forschung in Deutschland stark nach den Bedürfnissen des deutschen Marktes aus. Ihr Profil hierzulande unterscheidet sich auffallend vom Forschungsprofil der Mütter.

Gründungen beleben Wissensmärkte

Während der internationale Wissensmarkt durch die verstärkten Auslandsaktivitäten von Großunternehmen sehr in Bewegung gekommen ist, sorgen Gründungen im Hochtechnologiebereich für eine facettenreiche **Neubelebung der Wissensmärkte** in Deutschland. In den letzten wenigen Jahren haben vor allem die Gründungen im informations- und kommunikationstechnischen Bereich erheblich zugenommen (im Jahr 2000 50 % mehr als 1995; Zahlen für 2001 liegen noch nicht vor). Dies bezieht sich vor allem auf das Software-Segment. Im Multimediabereich herrscht (bis zum Jahr 2000) ein **ungebrochener Gründungsboom:** von 1990 knapp 900 Gründungen auf 6500 im Jahr 2000. Ein ganz wesentlicher Wachstumspfad im Multimediabereich läuft über die Vernetzung der Unternehmen untereinander und mit den Haushalten. Aus dieser fortschreitenden Vernetzung speisen sich die zunehmenden Marktmöglichkeiten und -chancen der Unternehmen. Die Vertriebsoptionen für Multimedia-Anbieter, bzw. der von ihnen erreichbare Kundenkreis nimmt immens zu. Zu den staatlichen Aufgaben in diesem Zusammenhang gehören die Gewährung der informationstechnischen Sicherheit, die Weiterentwicklung anerkannter Verschlüsselungstechniken und die möglichst weitgehende Freihaltung der Netzwerke von kriminellen Machenschaften.

Ein weiteres wichtiges Segment der Wissenswirtschaft in Deutschland sind die akademischen Ausgründungen. Hier wird erwartet, dass sich die wissenschaftlichen Erkenntnisse schnell und direkt in marktfähige Produkte und Verfahren umsetzen lassen und dass sie dadurch einen Beitrag zur technologischen Leistungsfähigkeit der gesamten Volkswirtschaft leisten. Besonders **viele akademische Gründungen** entstehen im wissensintensiven Dienstleistungsbereich (zurzeit 1200 bis 1400 pro Jahr). Die meisten Gründer haben durch ihre vorherige Tätigkeit einen direkten Bezug zur Wissenschaft; sie kommen von Forschungseinrichtungen, die in die Lehre eingebunden sind. Es soll aber nicht verhehlt werden, dass ein großer Anteil der akademischen Gründungen keine über gelegentliche informelle Kontakte hinausgehende Kommunikationspflege mit der Wissenschaft im laufenden Geschäftsbetrieb aufweisen.

Akademische Spin-Offs sind ein relevanter Kanal für den Transfer von Forschungsergebnissen aus der Wissenschaft in die Wirtschaft; seine qualitative Bedeutung ist aber schwer einzuschätzen. Prinzipiell gilt: die Rahmenbedingungen an Hochschulen und öffentlichen Forschungseinrichtungen sollten so gestaltet sein, dass die Wissenschaftler jenen Transferkanal wählen können, der auf Grund des konkreten Forschungsergebnisses adäquat erscheint. Eine vorrangige Förderung dieses Transferkanals wäre nicht begründbar. Modelle, die ein partielles Ausgründen mit Beibehaltung einer Teilzeitbeschäftigung im Wissenschaftsbereich oder Rückkehrgarantie fördern, können Anreize für mehr Selbstständigkeit setzen.

Rückblick ist Ausblick

Eine jährliche Berichterstattung ist immerzu versucht, aus kleinen Schwankungen der Indikatoren in einzelnen Jahren zu viel herauszulesen. Von Zeit zu Zeit kann es daher nützlich sein, in den historischen Spiegel zu blicken und sich in Erinnerung zu rufen, dass die Strukturen in Forschung und Bildung sich in der Tat nur langsam verändern und so mancher Ausreißer in einem Einzeljahr historisch gesehen bedeutungslos ist. Ein quantitatives Nachzeichnen der Wissensevolution und der FuE-Historie in Deutschland ergibt Erstaunliches. So kann man etwa die heutigen **Globalisierungstendenzen** in FuE durchaus **als Renaissance** des vorvorigen Jahrhundertwechsels interpretieren, der während der Weimarer Republik anhielt. Vor den Autarkie- und Kriegsbestrebungen des nationalsozialistischen Deutschland war das Innovationssystem in ähnlicher Weise internationalisiert, wenn auch vielleicht nicht in gleichem quantitativen Ausmaß.

Vor allem aber fällt auf, dass das deutsche Innovationssystem trotz mehrerer politischer Systemwechsel im vergangenen Jahrhundert von einer bemerkenswerten Persistenz ist. Dies rechtfertigt, hinter den veränderbaren politischen Systemen eine ausgesprochen **resistente Innovationskultur** zu vermuten. Die mentale Verfassung der Forscher, das Selbstverständnis der Unternehmen und Konsumenten sowie das gesellschaftliche Aushandeln von Prioritäten reagieren nicht unmittelbar auf Außenanreize monetärer oder institutioneller Art. Technologiepolitisch ist eine solche Innovationskultur grundsätzlich kaum zu verändern.

Für die Forschungs- und Bildungspolitik bedeutet dies, dass weiche Faktoren wie Gruppenidentität, Schulenbildung und persönlicher Austausch vermutlich wirksamere Steuerungsinstrumente sein können als die traditionellen monetären Anreizsysteme und die institutionellen Veränderungen innerhalb des nationalen Wissenschaftssystems. Dies sollte man auch und gerade vor dem Hintergrund eines sich derzeit vollziehenden neuen Strukturwandels beachten, nämlich der **Europäisierung der Forschungspolitik**. Mit dem sechsten Rahmenprogramm der Europäischen Union, die etwa auch die Öffnung der nationalen Förderung zum Ziel hat, kommt eine weitere Herausforderung auf das deutsche Innovationssystem zu. Aus wirtschaftsgeschichtlicher Sicht kann es keinesfalls als ausgemacht gelten, dass die europäischen Vorhaben mittelfristig das deutsche Innovationssystem stark ändern werden. Insofern wäre eine übergroße Zurückhaltung oder Grundskepsis gegenüber den geplanten europäischen Maßnahmen falsch, wenn sie mit einer Bewahrung des bewährten deutschen Innovationssystems begründet würde. Es bewahrt sich selbst am besten, das haben die mehr als einhundert Jahre der Entwicklung gezeigt.

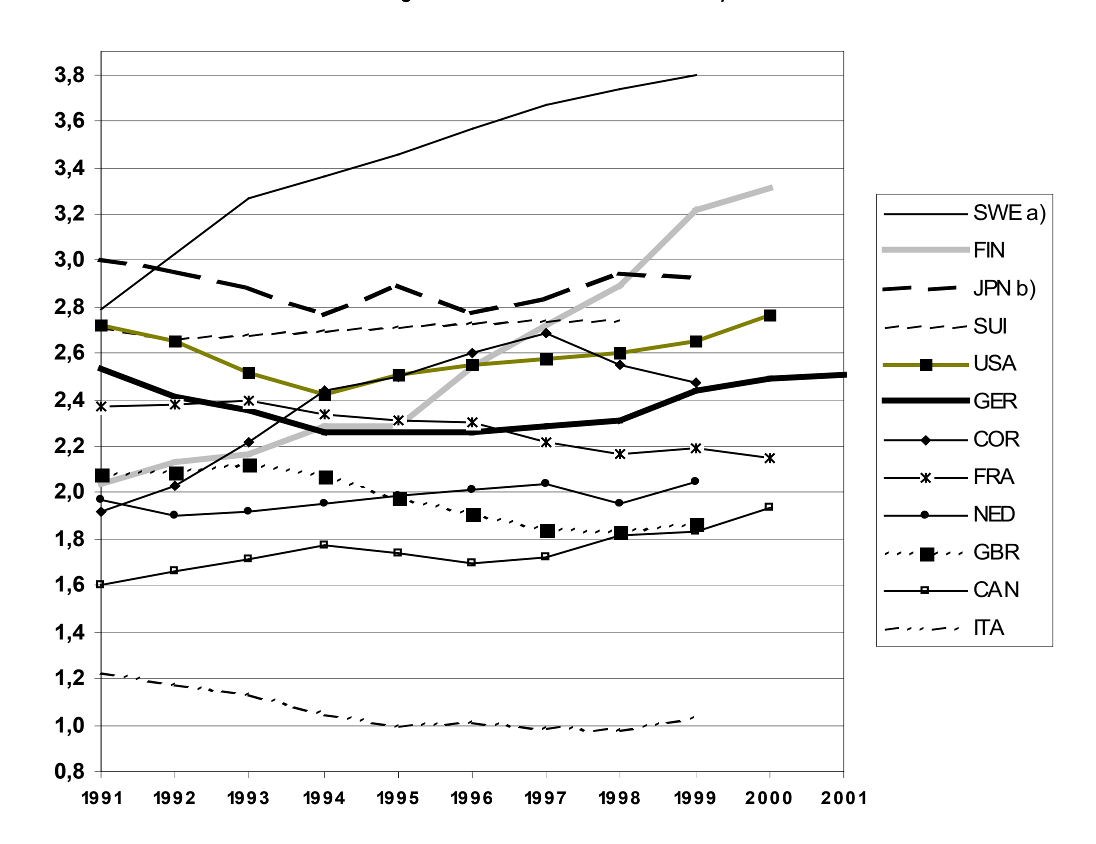
Aktuelle Entwicklungen der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands

In diesem Abschnitt werden die aktuellen Entwicklungen von wichtigen Indikatoren zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands aus einer eher kurzfristigen Perspektive dargelegt. Viele der Zahlen am aktuellen Rand sind vorläufig oder geschätzt worden.

FuE-Aktivitäten

Forschung und experimentelle Entwicklung (FuE) spiegelt zu einem substanziellen Teil die Anstrengungen der Volkswirtschaften im Innovationswettbewerb wider. Die im Jahre 2000 im OECD-Raum insgesamt für FuE aufgewendeten Mittel in Höhe von 580 bis 590 Mrd. $ entsprechen gut 2,2 % des Inlandsproduktes der Mitgliedsländer. Davon wurden (1999) in den USA knapp 44 %, in Japan 17 % und in Deutschland 8½ %, in den Ländern der Europäischen Union (EU) insgesamt über 28 % getätigt. Die EU-Länder bringen insgesamt 1,9 % ihres Inlandsproduktes für FuE auf.

*Abb. 0-1: FuE-Intensität in ausgewählten OECD-Ländern 1991 bis 2001**
− Gesamte FuE-Ausgaben in % des Bruttoinlandsproduktes



Quellen: OECD: Main Science And Technology Indicators. − SV-Wissenschaftsstatistik. − Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (2001). − Berechnungen und Schätzungen des NIW. *) Daten zum Teil geschätzt. a) Strukturbruch in der Erhebungsmethode 1993/1995. b) FuE-Ausgaben in Japan bis 1995 leicht überschätzt.

Gemessen an den FuE-Anstrengungen − bezogen auf das Inlandsprodukt (Abb. 0-1) − liegt Schweden mit 3,8 % im weltweiten Vergleich klar an der Spitze, gefolgt von Finnland (3,2 %), Japan (2,9 %), der Schweiz (2,7 % im Jahr 1996), den USA (2,7 %) und der Repu-

blik Korea (2,5 %). Deutschland folgte mit 2,4 % vor Frankreich (2,2 %). Während Deutschland Anfang der 1990er Jahre noch mit an der Spitze zu finden war, liegt es heute im unteren Drittel der aktuellen Spitzengruppe.

In der zweiten Hälfte der 1990er Jahre ist in den westlichen Industrieländern − nach einer längeren Flaute − durchweg eine Zunahme der FuE-Intensitäten zu beobachten, die sich gegen Ende der 1990er Jahre beschleunigte.[4] Besonders rasch haben Finnland und Schweden ihre FuE-Kapazitäten ausgeweitet, stark konzentriert auf Spitzentechnologiebereiche mit hohem FuE-Bedarf. Dort ist − wie in Kanada − das FuE-Verhalten auch in Rezessionszeiten Mitte der 1990er Jahre auf Expansion eingestellt gewesen. Japan und die USA haben sich nach der Rezession wieder am schnellsten auf den alten FuE-Pfad begeben und liegen somit unter den größeren Volkswirtschaften in der Dynamik vorn. Deutschland hat sich wie die Schweiz in den letzten Jahren von den meisten größeren europäischen Volkswirtschaften etwas abgesondert und erst mit einer Verzögerung von ca. zwei bis drei Jahren wieder stärker auf FuE gesetzt. In Frankreich, Großbritannien, Italien und auch in den Niederlanden wurden die FuE-Anstrengungen hingegen seit Jahren nur noch wenig, z. T. gar nicht mehr oder stark verzögert intensiviert.

Seit einigen Jahren hat die Wirtschaft in Deutschland der FuE wieder deutlich mehr Aufmerksamkeit geschenkt. Der Rückstand gegenüber den Konkurrenten aus den USA und Japan hat sich nicht mehr vergrößert. Dies ist ein sehr wichtiger Teilerfolg. Die Schätzungen und Plandaten für das abgelaufene Jahr 2001 deuten in der Wirtschaft weitere Ausweitungen der FuE-Kapazitäten auf fast EUR 44 Mrd. an, die mit über 4 % deutlich oberhalb der − allerdings schwachen − gesamtwirtschaftlichen Expansion liegen dürften. Gleichwohl werden die starken jährlichen Zunahmen, die Ende der 1990er Jahre zu beobachten waren, nicht mehr erreicht. Dennoch setzen sich die Trends der letzten Jahre fort: Das „come back“ von FuE in der deutschen Wirtschaft wird vornehmlich von Großunternehmen sowie von Spitzentechnologiebranchen (Pharmazie, Nachrichtentechnik) und dem Automobilbau getragen (Details in Kapitel 1). In den östlichen Bundesländern stagnieren die FuE-Aktivitäten allerdings weiterhin. Das dort im Wirtschaftssektor eingesetzte FuE-Personal wird zunehmend weniger (siehe Kapitel 2).

Eine FuE-Prognose für das laufende Jahr 2002 zu wagen, fällt sehr schwer. Im Spätsommer 2001 plante ein Drittel der Unternehmen eine Ausdehnung der FuE-Aktivitäten − wiederum vor allem die großen Unternehmen − und nur 10 % wollten ihre Anstrengungen zurückschrauben. Allerdings war bereits zum Zeitpunkt der Befragung (vor dem 11. September 2001) noch ein sehr großer Teil unentschlossen. Angesichts des konjunkturellen Umfeldes ist es durchaus möglich, dass diese Klientel ihre Planungen revidiert und einen Teil ihrer FuE-Projektideen nun hintanstellt.

---

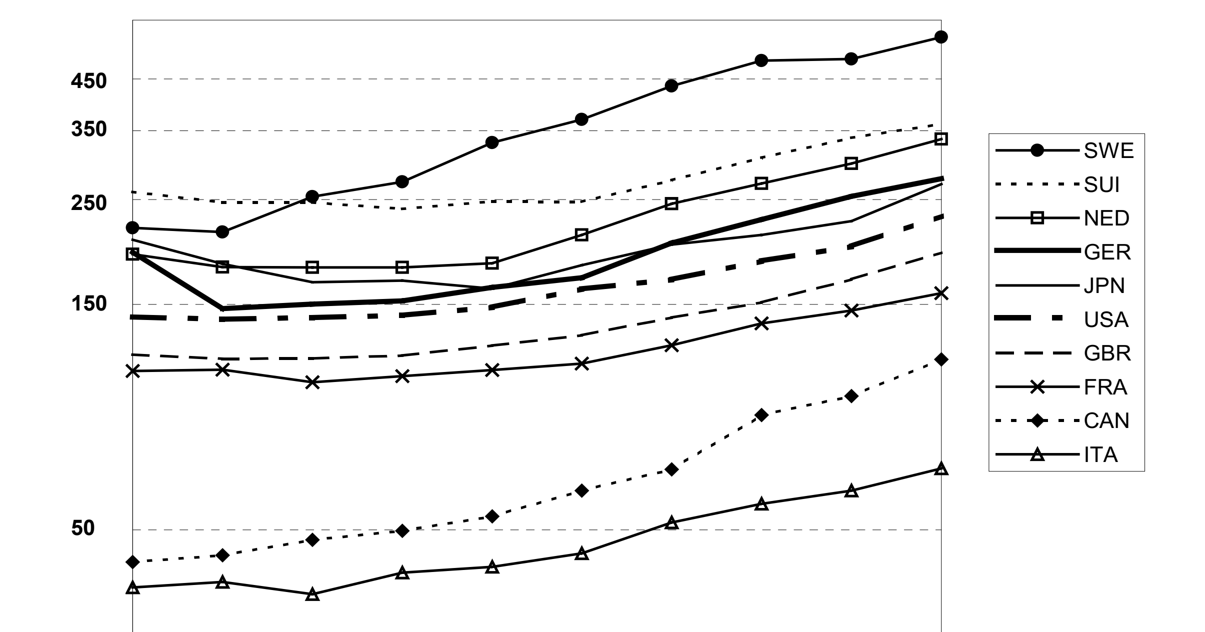
[4] Eine Ausnahmesituation ist in Korea gegeben, wo angesichts der heftigen Auswirkungen der Südost-Asien-Krise die FuE-Kapazitäten (kurzfristig?) noch stärker eingeschränkt wurden als der Rückgang des Inlandsproduktes. Die Aufholjagd ist vorerst abgebrochen.

Patententwicklung

Patente sind ein strategisches Instrument im internationalen Technologiewettbewerb, mit zunehmender Bedeutung: Der Patentschutz ist wichtiger geworden. Triade-Patente[5] repräsentieren Erfindungen mit besonders hoher technischer und wirtschaftlicher Bedeutung, sie gelten als Indiz für Expansionsmöglichkeiten auf innovativen Märkten. Gleichzeitig spiegeln sie die internationale Ausrichtung der anmeldenden Unternehmen wider. Es ist somit zu beachten, dass neben der technologischen Leistungsfähigkeit und den FuE-Aktivitäten vor allem (weltmarkt-)strategische Aspekte der Geschäftspolitik eine Rolle spielen.

Seit Mitte der 1990er Jahre ist die Zahl der Triade-Patente in Relation zu den Erwerbspersonen kontinuierlich angestiegen (Abb. 0-2). Man kann sagen: Das internationale Aufkommen an Triadepatenten läuft in den letzten Jahren den Forschungsanstrengungen in den Industrieländern davon. Als wesentliche Gründe für die allgemeine Erhöhung der **Patentintensitäten** sind anzunehmen: Eine erhöhte Umsetzungseffizienz von FuE, ein erhöhter Patentierungsdruck auf Grund des verschärften internationalen Technologiewettbewerbs, eine verbesserte internationale Durchsetzbarkeit von Eigentumsrechten, eine erhöhte Bedeutung von Patenten bei Lizenztausch und Firmenübernahmen sowie Gebührensenkungen bei Patentanmeldungen.

Abb. 0-2: Patente pro Mio. Erwerbspersonen für ausgewählte Länder nach dem „revidierten“ Triade-Konzept



Quellen: EPAT. − PCTPAT. − Berechnungen des FhG-ISI. Halblogarithmische Skalierung.

---

[5] Triadepatente dienen vor allem dazu, beim Zählen der Patente „Heimvorteile“ zu eliminieren. Bislang wurden alle jene Patente in den Triaderang erhoben, die in den USA, in Europa und in Japan angemeldet werden. Aus statistischen Gründen musste dieses „Triade-Konzept“ revidiert werden. Es beruht nun – bedingt durch den faktischen Ausfall der japanischen Patentdatenbanken – auf einer Auswertung der Anmeldungen beim europäischen Patentamt (EPA) sowie bei der Weltorganisation für geistiges Eigentum (WIPO) nach dem Patentkooperationsabkommen (PCT).

Deutschland ist unter den großen Volkswirtschaften − verglichen mit der Zahl der Erwerbspersonen − neben Japan in der Triade traditionell das patentstärkste Land. Am höchsten ist hingegen die Patentintensität in Schweden; sie ist dort in den letzten Jahren auch am schnellsten gestiegen. Dies dokumentiert die ausgeprägte Außenorientierung der schwedischen Wirtschaft. Bei der Schweiz und den Niederlanden − ebenfalls kleine, stark extrovertierte Volkswirtschaften − ergeben sich ebenfalls höhere Patentintensitäten als in den großen Industrieländern. Bei Kanada liegt hingegen die Patentintensität nach dem Triadekonzept niedrig, weil nach wie vor eine Primärorientierung auf Nordamerika besteht.

Deutschland liegt auch aktuell − das heißt in diesem Falle auf der Basis von Hochrechnungen für das Jahr 1999 − mit an der Spitze der Dynamik. Seit dem Tiefpunkt Anfang der 1990er Jahre steigert Deutschland das Triadepatentaufkommen in etwa im Gleichschritt mit den USA. Die USA haben jedoch − über die gesamten 1990er Jahre betrachtet − unter den großen Volkswirtschaften die kräftigste Dynamik an den Tag gelegt. Großbritannien hält das Tempo in etwa mit, während Japan und Frankreich wie die Schweiz etwas weniger schnell zur (internationalen) Patentierung neigen. Jedoch sind es einzelne, kleinere Länder, die besonders rasch expandieren − am auffälligsten Kanada und Schweden.

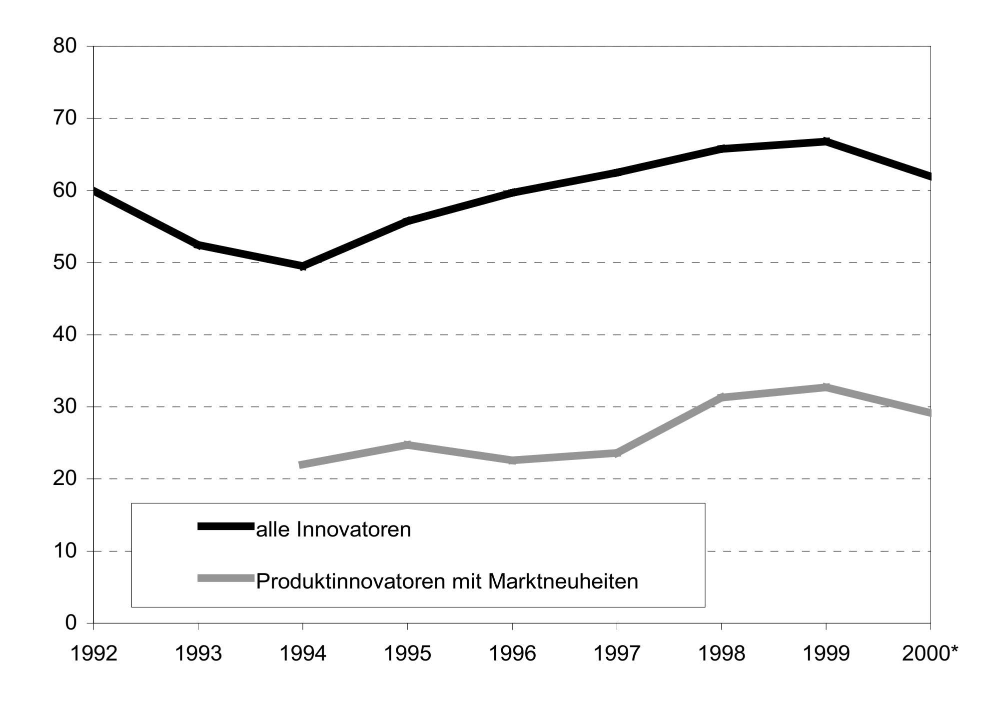
Vor dem Hintergrund dieser internationalen Tendenzen ist der aktuelle Anstieg der deutschen Triadeanmeldungen notwendig, um die Position im internationalen Technologiewettbewerb zu halten. Denn Patentschutz ist **wichtiger** geworden. Der Verlauf der Erstanmeldungen an den nationalen Patentämtern lässt erwarten, dass die Zahl der Triadepatentanmeldungen der meisten Länder auch im Jahre 2000 weiter angestiegen ist: Das Europäische Patentamt meldet einen Anstieg von 16 %, die neuesten Zahlen des Deutschen Patent- und Markenamts für 2001 einen von 15 %; die inländischen Anmeldungen sind allerdings rückläufig.

Innovationsaktivitäten

Die Beteiligung der Unternehmen am Innovationsprozess hat sich seit 1995 kontinuierlich verbessert (Abb. 0-3): Zwei von drei **Industrieunternehmen** meldeten 1999, dass sie in den letzten drei Jahren neue Produkte eingeführt oder die Produktionsverfahren verbessert haben. Die Entwicklung der Innovationsaktivitäten der deutschen Industrie im Jahr 2000 war jedoch wieder uneinheitlich: Viele Kleinunternehmen zogen sich im Jahr 2000 aus Innovationsaktivitäten zurück (wie auch aus FuE). Des weiteren änderte sich auch die technologische Ausrichtung, denn der Anteil der Unternehmen, die sowohl **Produkt**- als auch **Prozessinnovationen** durchführten, nahm ab.

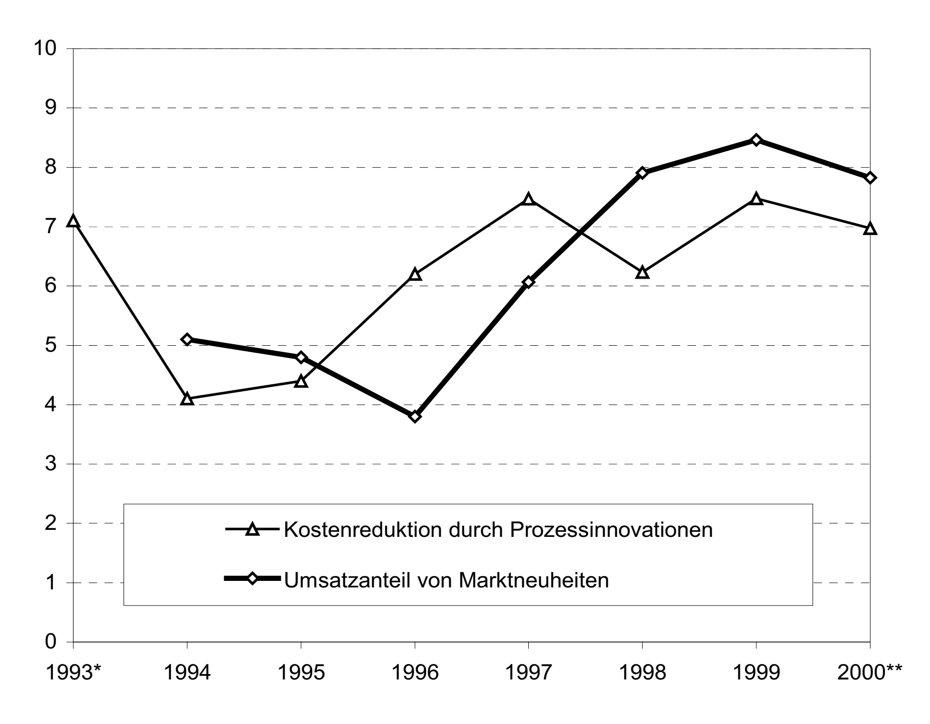
Der Anteil der Unternehmen, die **Marktneuheiten** eingeführt haben, ging hingegen im Jahre 2000 nur leicht zurück und lag mit 29 % noch immer beachtlich hoch. Ihr Umsatzanteil hat im Aufschwung zugenommen: Rund 8 % des Industrieumsatzes geht auf Produkte zurück, die neu am Markt etabliert wurden (Abb. 0-4). Dies ist zwar etwas weniger als 1999, ist jedoch im Vergleich der 1990er Jahre und auch international als ein hohes Niveau zu bezeichnen. Es belegt eindrucksvoll eine kontinuierliche Verjüngung des Produktionsprogramms und ist ein wichtiger Indikator für Strukturwandel und Innovationsfähigkeit der Wirtschaft. **Prozessinnovationen** geben einen weiteren Erfolgsindikator ab: Mit Hilfe dieser konnten die Unternehmen etwa 7 % ihrer Kosten reduzieren.

Abb. 0-3: Innovatorenanteile im Verarbeitenden Gewerbe Deutschlands 1992-2000 − Anteil der Innovatoren in % aller Unternehmen



Quelle: ZEW − Mannheimer Innovationspanel. − Berechnungen des ZEW. * vorläufige Werte, Vergleichbarkeit mit Vorjahren wegen veränderter Fragestellung eingeschränkt.

Abb. 0-4: Innovationserfolg im Verarbeitenden Gewerbe Deutschlands 1992-2000 − Umsatzanteil in % des gesamten Umsatzes bzw.Anteil der reduzierten Kosten in % der Gesamtkosten



Quelle: ZEW − Mannheimer Innovationspanel. − Berechnungen des ZEW.
* Umsatzanteil mit Marktneuheiten 1993 nicht erhoben. ** vorläufige Werte.

Der Umsatzanteil mit **Produktneuheiten** ging dagegen im Jahr 2000 zurück.[6] Vor allem viele Klein- und Mittelunternehmen nutzten das günstige Nachfrageumfeld im Jahr 2000, ihre Lager zu räumen und lenkten zum Aufbau zusätzlicher Produktionskapazitäten Personal- und Finanzressourcen von FuE in die Produktion. Der Umsatz mit Produktneuheiten konnte nicht im gleichen Maß wie die Nachfrage ausgeweitet werden, da für neue Produkte in der Regel die Kapazitäten nicht so rasch hochgefahren werden konnten. In konjunkturstarken Jahren ist eine solche Entwicklung vor allem typisch für die Grundstoff- und Vorprodukte erzeugende Industrie.

Die **Innovationsaufwendungen** blieben im Jahr 2000 gegenüber 1999 nominal bei EUR 58 Mrd. konstant. Real bedeutete dies zwar einen leichten Rückgang, für 2001 rechnen die Industrieunternehmen allerdings wieder mit einem deutlichen Anstieg der Innovationsaufwendungen auf über EUR 60 Mrd., dem höchsten Wert seit 1993. Ein Wermutstropfen ist: Die relativ günstige Entwicklung bei den Innovationsaufwendungen ist allein auf die großen Unternehmen zurückzuführen. Denn Klein- und Mittelunternehmen verringerten im Jahr 2000 ihre Innovationsaufwendungen deutlich. Diese Zahlen spiegeln einerseits den gesunkenen Innovatorenanteil wider, zum anderen zeigen sie auch die niedrigeren Innovationsbudgets der innovativen Klein- und Mittelunternehmen an. Denn bei dieser Klientel machen sich Innovationshemmnisse − wie Fachpersonalmangel oder ungünstige externe Finanzierungsmöglichkeiten − besonders rasch und stärker bemerkbar als bei großen Unternehmen. Und hier bot das Jahr 2000 schlechte Rahmenbedingungen: Der virulente Fachkräftemangel, den innovierende Unternehmen bereits seit Mitte der 1990er Jahre als wichtiges Innovationshemmnis beklagten, verschärfte sich in einer Situation, als die breite Diffusion von IuK-Technologien auch vielen kleinen Unternehmen den Einstieg in diese Technologie abverlangte und Ressourcen von hoch Qualifizierten band. Hinzu kam der Kurseinbruch an den Börsen und eine restriktive Zinspolitik der EZB. Unter diesen Umständen konzentrierten viele Klein- und Mittelunternehmen offenbar ihre Anstrengungen auf die kurzfristige Nutzung des günstigen konjunkturellen Umfelds und stellten Zukunftsinvestitionen hintan.

Weltmärkte bei forschungsintensiven Gütern

Mit zunehmender Globalisierung ist ein immer größerer Teil der industriellen Innovationstätigkeit an der Erschließung wachsender Märkte im Ausland orientiert. Die internationale Patententwicklung unterstreicht dies. Dabei richtet sich die internationale Nachfrage besonders stark und dynamisch auf forschungsintensive Güter (vgl. Kapitel 1). Dass der Export in der zweiten Hälfte der 1990er Jahre die entscheidende, meist die einzige Antriebskraft für Innovationen und Wachstum der deutschen Industrie war, kann man sich an folgenden Zahlen verdeutlichen: Fast drei Viertel des Umsatzzuwachses forschungsintensiver Industrien wurde im Ausland erzielt. Diese Industrien dürften im Jahre 2001 bereits 54½ % ihrer Umsätze im Ausland gemacht haben (1995 waren es noch 45 %).

Die größten Zuwächse verzeichnete die **Spitzentechnologie**, also der Bereich, in dem besonders intensiv FuE betrieben wird. Hier nahm der Auslandsumsatz im Durchschnitt der Jahre 1995 bis 2000 um 12 % zu, kam jedoch im Jahre 2001 beinahe zur Stagnation. In In-

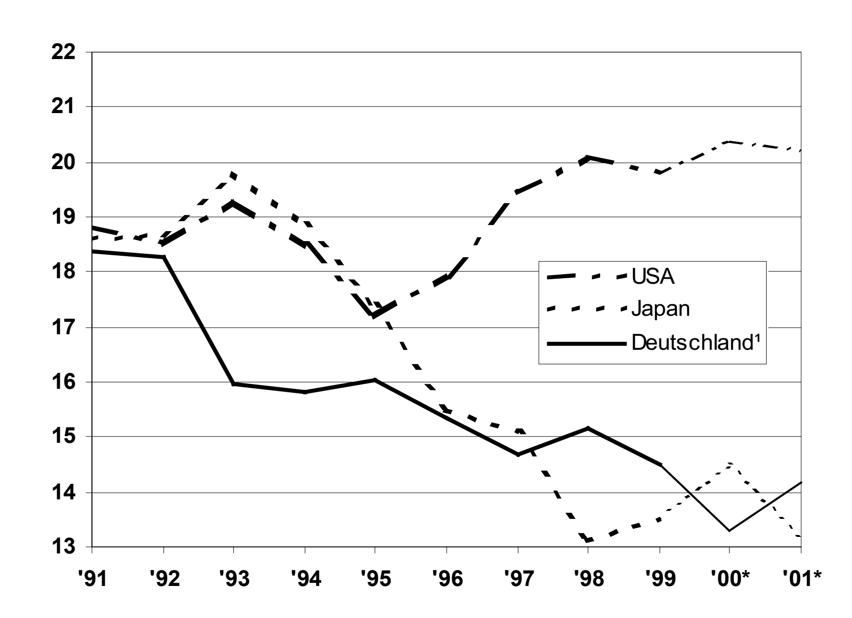
---

[6] Wegen veränderter Fragestellung sind die Angaben mit den Vorjahreswerten nicht vergleichbar und daher in Abb. 0-4 weggelassen worden.

dustrien, in denen zwar überdurchschnittlich intensive, jedoch nicht extrem aufwendige FuE-Aktivitäten üblich sind (**Hochwertige Technologie**), entwickelte sich das Auslandsgeschäft etwas weniger stürmisch (gut 9½ % Zuwachs im Durchschnitt seit 1995). In den Industriezweigen außerhalb des forschungsintensiven Sektors belief sich der jahresdurchschnittliche Zuwachs des Auslandsumsatzes hingegen immerhin noch auf 5½ %. In diesem Sektor hat die preisliche Wettbewerbsfähigkeit ein vergleichsweise höheres Gewicht als die Wettbewerbsfähigkeit durch Produktinnovationen; insofern profitierte er gerade in den letzten beiden Jahren stark von der realen Abwertung der DM bzw. des Euros. Die nicht FuE-intensiven Industrien konnten ihren Auslandsumsatzanteil daher ebenfalls leicht aufstocken.

Mit diesen − in Euro gerechneten − enormen Steigerungen der deutschen Ausfuhren von forschungsintensiven Gütern konnte Deutschland Japan[7] überholen (Abb. 0-5). Dennoch hat der deutsche Anteil am Welthandel stark nachgegeben. Kurzfristig ist dies auf die schwächere Notierung der DM bzw. des Euros zurückzuführen. Die USA sind mit Abstand das größte Exportland von FuE-intensiven Waren mit einem Welthandelsanteil von über 20 %. Deutschland folgt mit gut 14 %, Japan liegt mit gut 13 % an dritter Stelle.

Abb. 0-5: Welthandelsanteile Deutschlands, der USA und Japans bei FuE-intensiven Waren 1991 bis 2001



Quelle: OECD: ITCS − International Trade By Commodity Statistics, Rev. 3, 2001. − Angaben des HWWA. − Berechnungen und Schätzungen des NIW. *) Grobe Schätzung. 1) Der Rückgang 1993 liegt maßgeblich am geänderten Erhebungsverfahren, das nicht mehr alle Lieferungen zwischen den EU-Ländern erfasst.

Dabei darf nicht übersehen werden, dass die kontinuierliche reale Abwertung der DM seit 1996 − bzw. des Euros seit 1999 − für sich genommen den Export kräftig stimuliert; höherer Absatz auf dem Weltmarkt wird also nicht in jedem Fall auf höhere Innovationsaktivitäten Deutschlands gegenüber den Konkurrenzländern zurückzuführen sein. Erst im Rekordjahr 2001 wurde der Abwertungseffekt durch die starken positiven Mengeneffekte überkompen-

---

[7] Bei Japan ist in Rechnung zu stellen, dass die jüngeren Daten noch schwer von der Asienkrise gezeichnet sind, die massive Absatzprobleme für japanische Produkte vor der eigenen Haustür mit sich brachten.

siert. Man kann dies auch anders interpretieren: Die Niedrigbewertung der eigenen Währung mag kurzfristig aus Unternehmenssicht im internationalen Wettbewerb ein günstiges Datum bedeuten, d. h. die Ursache für Vorteile im internationalen Wettbewerb sein. Der Volkswirtschaft insgesamt wird allerdings bescheinigt, dass es ihr nicht gelungen ist, im internationalen Wettbewerb hohe Einkommen bei hohem Beschäftigungsstand zu erzielen.

Mittelfristig ist die Frage nach der internationalen Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands daher eine Strukturfrage. Und in diesem Sinne ist die **Außenhandelsstruktur** Deutschlands − sein Spezialisierungsmuster − durchaus ein Spiegelbild seiner Schwerpunktsetzung in FuE und in der Industriestruktur: Deutschland hat strukturell Vorteile bei forschungsintensiven Produkten. Insgesamt fallen die Spezialisierungsvorteile Deutschlands im forschungsintensiven Sektor der Industrie jedoch von Jahr zu Jahr um einiges niedriger aus (Annex A-0-1). In den letzten Jahren greift Deutschland immer stärker auf das Auslandsangebot von Technologiegütern zurück. Dies ist in einer Aufschwungsphase z. T. auch mit Kapazitätsengpässen bei Investitionsgütern zu erklären.

Prunkstück ist in zunehmendem Maße der **Automobilbau**, der seine an sich schon starke Position immer noch verbessern konnte. Durchschnittlich ist die Bilanz in der Nachrichtentechnik; es fehlt noch am Durchsetzungsvermögen auf dem Weltmarkt, obwohl es sich schon verbessert hat. Vor allem bei Chemiewaren − Industriechemikalien sowie alles, was mit Biotechnologie zu tun hat oder mit ihr im Substitutionswettbewerb steht − und Maschinen nehmen die Importe deutlich schneller zu als die Auslandsabsätze. Nach unten gerichtet sind auch die Spezialisierungsdaten für Elektrotechnik und Instrumente, während Unterhaltungselektronik, Büromaschinen und Leuchten/Lampen/Batterien von einer an sich schon ungünstigen Position aus noch weiter an Boden verlieren. Eines der Schlusslichter bildet die IuK-Technologie. Sie war nie Deutschlands Stärke.

Produktion, Beschäftigung, Investitionen in der forschungsintensiven Industrie

Der forschungsintensive Sektor der Industrie in Deutschland konnte sich − getrieben von der Auslandsnachfrage − Mitte der 1990er Jahre, vor allem mit dem Schwung der Jahre 1998 bis 2000, sehr schnell aus der Rezession lösen. Er beansprucht mittlerweile über 43 % der **Industrieproduktion** für sich, davon entfallen 7½ bis 8 % auf den Spitzentechnologiesektor. Der forschungsintensive Sektor gibt somit den Takt für das Wachstum der Industrie an (Abb. 0-6).[8] Die übrigen Industrien stagnieren eher mittel- und langfristig, haben jedoch in Konsolidierungsphasen des Booms ebenfalls am Wachstum teilgenommen.

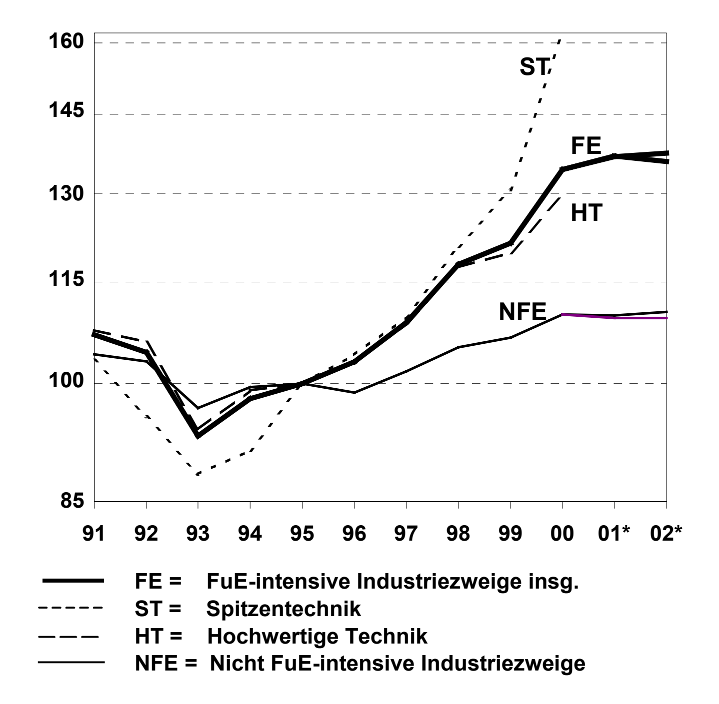
In seinem Wachstumsprozess durchläuft der forschungsintensive Industriesektor gleichzeitig einen intensiven **Strukturwandel** zu Gunsten von Spitzentechnologien. Sie liegen mit jahresdurchschnittlichen Produktionszuwächsen von 9 % bis zum Jahre 2000 gegenüber 5 % bei den Branchen der Hochwertigen Technologie an vorderster Front der Wachstumshierarchie. Die höchste Dynamik innerhalb der Spitzentechnologiebereiche haben Pharmazie und der IuK-Sektor entwickelt (Annex A-0-2), andere blieben z. T. schwach (MSR-Technik und Luftfahrzeugbau mit 1 % p. a.). In der Hochwertigen Technologie lebt die Expansion seit Jahren weitgehend vom stabilen Wachstumskurs des Automobilbaus und seinen Zulieferern

---

[8] Die halblogarithmische Darstellung hier wie im Folgenden lässt die Wachstumsraten besser erkennen.

aus der Chemieindustrie sowie von einzelnen Maschinenbaufachzweigen. Andere technologieintensive Industriezweige − und zwar nicht zu wenige − sind demgegenüber eher als „Mitläufer im Konjunkturzyklus“ denn als treibende Kraft zu bezeichnen. Manche haben gar ernsthafte Nachfrage- oder Standortprobleme (z. B. Schienenfahrzeuge; Bau-, Bergbau-, Nahrungsmittel-, Leder-, Textil-, Bekleidungsmaschinen; Unterhaltungselektronik).

Abb. 0-6: Entwicklung der Nettoproduktion in FuE-intensiven Industriezweigen in Deutschland 1991 bis 2002 – fachliche Unternehmensteile, 1995=100



Quelle: Statistisches Bundesamt: Internet Datenbank; Zahlen u. Fakten, Statistik des Prod. Gewerbes.
− Die beiden Prognosen für 2002 stammen von der DIW Industrietagung und der West LB.
− Berechnungen des NIW. *) Grobe Schätzung.

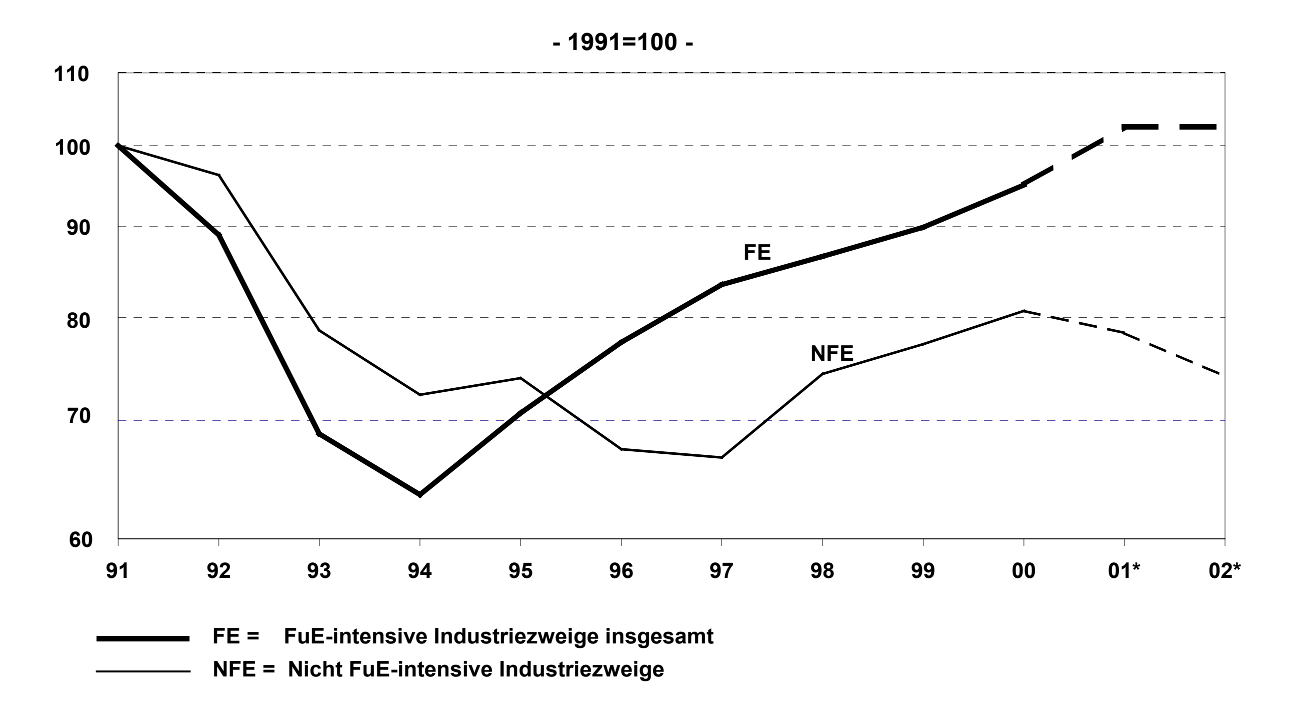
Das für hoch entwickelte Volkswirtschaften typische Strukturwandelmuster hat sich also Jahr für Jahr in Deutschland durchgesetzt und gegen Ende der 1990er Jahre gar beschleunigt. Die Schätzungen und Prognosen für 2001/2002 sehen entsprechend aus: Für den forschungsintensiven Sektor dürfte im Jahre 2001 noch ein Wachstum von 2½ % herausgekommen sein, Stagnation bzw. Rezession war das Ergebnis für die übrigen Industrien.[9] Im Jahr 2002 dürfte selbst der forschungsintensive Industriebereich mit einem stagnierenden Produktionsniveau zufrieden sein; denkbar ist jedoch auch, dass er − wie die übrigen Industrien − seine Produktion drosseln muss.

Auch in **mittelfristiger Perspektive** − sagen wir: bis 2005 − dürfte sich der industrielle Strukturwandel durchsetzen. Nimmt man einmal im Industriedurchschnitt von 2000 aus gemessen ein Potenzialwachstum von 2 % jährlich an, dann dürften sich die durchschnittlichen Expansionsraten etwa im Verhältnis 3:1 zwischen forschungsintensiver und übriger Industrie verteilen.

---

[9] Prognosedaten des DIW bzw. der WestLB.

Abb. 0-7: Entwicklung der Bruttoanlageinvestitionen in FuE-intensiven Industriezweigen im früheren Bundesgebiet 1991 bis 2002



Quellen: DIW (Hrsg.): Produktion u. Faktoreinsatz nach Branchen des Verarb. Gewerbes (August 2001); Ifo-Investitionstest, Herbst 2001. Zusammenstellungen und Berechnungen des NIW. *) Schätzungen auf Grund des Ifo-Investitionstests, Herbst 2001.

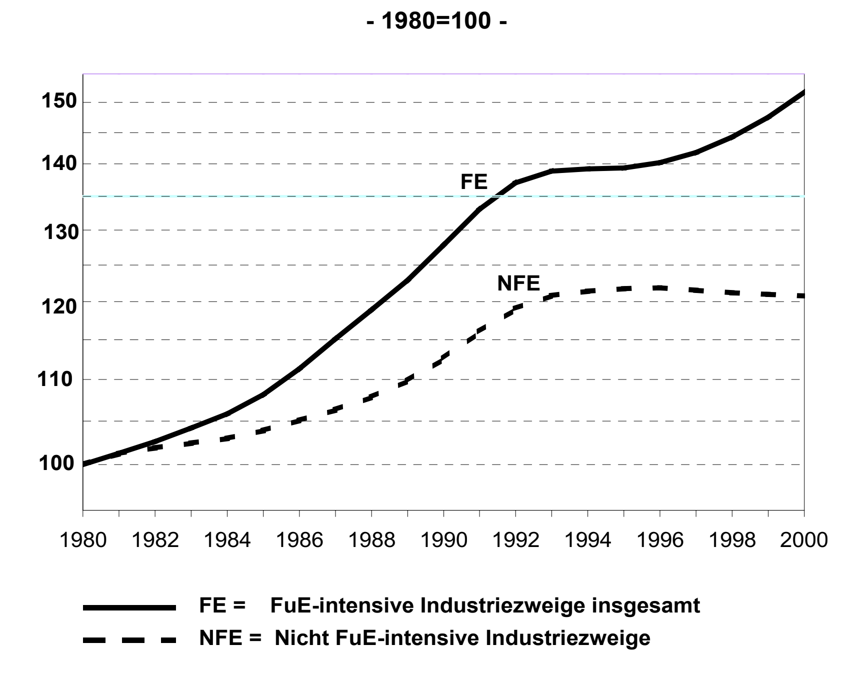
Die **Investitionstätigkeit** des forschungsintensiven Industriesektors bestätigt in etwa diese These: Sie ist deutlich reger als in der übrigen Industrie und hat auch noch im Jahre 2001 zugelegt (Abb. 0-7).

Die neueste Erhebung des ifo-Instituts für das Jahr 2002 lässt allerdings keine weiteren Steigerungen der Investitionstätigkeit erwarten, vielmehr ist offensichtlich bei den Investitionen eine „Nullrunde“ geplant. Über den gesamten Zyklus betrachtet muss die Investitionstätigkeit im Vergleich zu früheren Boomphasen als eher zurückhaltend bezeichnet werden. Das Investitionsvolumen im forschungsintensiven Sektor hat lange Zeit praktisch auf Rezessionsniveau verharrt. Erst im Jahre 2001 konnte in Westdeutschland das nominale Volumen von Anfang der 1990er Jahre erreicht werden. Entsprechend sieht der Kurvenverlauf beim industriellen Produktionspotenzial aus: Im Aufschwung der 1990er Jahre hat es (in Westdeutschland) um 1¼ % im Jahresdurchschnitt zugenommen, in den 1980er Jahren hingegen um 2¾ % (Abb. 0-8).

Dass das Wachstum des nicht forschungsintensiven Industriesektors stagniert, ist zwar ein Zeichen dafür, dass der innovationsorientierte Strukturwandel in Deutschland vorankommt. Aber, nicht so sehr die Geschwindigkeit des Sektorstrukturwandels zu forschungsintensiven Industrien ist **Deutschlands Problem**, sondern die Dynamik insgesamt, d. h. der **Wachstumspfad**. So kann Deutschland in den 1990er Jahren nicht mehr zu den treibenden Kräften der weltwirtschaftlichen Expansion gezählt werden. Bei Wachstum und Produktivitätssteigerungen lag es meist hinten, geriet schneller und tiefer in die Rezession und erholte sich insgesamt langsamer davon.

Abb. 0-8: Entwicklung des industriellen Produktionspotenzials im früheren Bundesgebiet

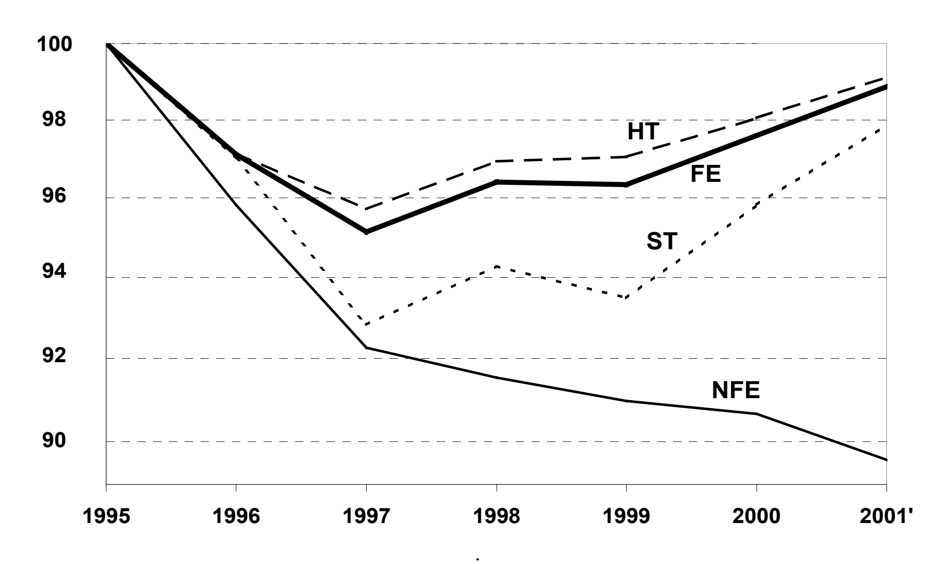
- 1980=100 -



Quelle: DIW (Hrsg.): Produktion u. Faktoreinsatz nach Branchen des Verarb. Gewerbes (August 2001). − Zusammenstellungen und Berechnungen des NIW.

Abb. 0-9: Entwicklung der Beschäftigung in FuE- intensiven Industriezweigen 1995 bis 2001

- Deutschland, fachliche Betriebsteile, 1995 = 100 -



Quelle: Statistisches Bundesamt: Internet-Daten. − Berechnungen und Schätzungen des NIW. *) Schätzung.

Im FuE-intensiven Sektor der Industrie waren im Jahre 2001 mit 2,43 Mio. **Beschäftigten** 40 % der insgesamt 6,1 Mio. Industriebeschäftigten tätig (knapp 8 % in der Spitzentechnologie, 32 % im Sektor Hochwertige Technologie). Mit anhaltend überdurchschnittlich hohen

Produktionszuwächsen fiel die Beschäftigungsbilanz im forschungsintensiven Sektor (gut Tausend Beschäftigte) seit 1997 wieder günstiger aus als in den übrigen Industriezweigen (vgl. Abb. 0-9). Vor allem dort, wo FuE und Innovationen am schnellsten vorangetrieben wurden − z. B. im Automobilbau − konnten bei günstiger Konjunktur gegen Ende der 1990er Jahre auch wieder Personalzuwächse vermeldet werden. Im gleichen Zeitraum hat der Block der übrigen Industriezweige 110 Tsd. Personen weniger beschäftigt. Immerhin war im forschungsintensiven Sektor jedoch ein Produktionszuwachs von weit über 20 % erforderlich, um einen Beschäftigungsaufbau von 4 % zu erzielen (Spitzen- 5½ %, Hochwertige Technologie 3½ %).[10] Hieran kann man ermessen, welche Produktionssteigerungen auch künftig erforderlich sind, um die Arbeitsplätze im forschungsintensiven Sektor zu halten. Es wird nicht gelingen. Würde man bspw. den Automobilbau herausrechnen − die Zahl der Beschäftigten ist dort seit 1997 um knapp 90 Tsd. gestiegen, dann wäre auch die Beschäftigungsveränderung des forschungsintensiven Sektors praktisch null.

Es ist nicht uninteressant zu sehen, dass die Unternehmen im forschungsintensiven Sektor im Jahre 2001 auf die konjunkturelle Unsicherheit zunächst noch nicht mit einem Abbau der Beschäftigung reagiert haben. Dies lässt auf eine gewisse Robustheit schließen und auch darauf, dass die mittelfristigen Erwartungen für die Zukunft nicht allzu pessimistisch gesehen werden: Knappe Fachkräfte, die so oder so den Wachstumsprozess limitierten, entlässt man nicht so schnell.

Wissensintensive Dienstleistungen

Die Bedeutung technologieorientierter Aktivitäten für die gesamtwirtschaftliche Erfolgsbilanz lässt sich durch forschungsintensive Industrien allein nicht mehr hinreichend erfassen. Vielmehr prägt das Zusammenspiel von forschungsintensiv produzierenden Industrien und von wissensintensiven Dienstleistungen die technologische Leistungsfähigkeit von Volkswirtschaften, wobei sich im langfristigen Trend der Bedeutungsgewinn des Dienstleistungssektors beschleunigt hat. Vor allem spezialisierte unternehmensbezogene Dienstleistungen sowie mit dem Finanzsektor verbundene Tätigkeiten haben langfristig an Gewicht gewonnen und in den letzten Jahren − auch im Zusammenhang mit dem Einsatz und mit der Verbreitung von IuK-Technologien eine positive Beschäftigungsbilanz ziehen können. Auch die Dynamik der Unternehmensgründungen kündigt einen weiteren sektoralen Strukturwandel zu Gunsten der wissensintensiven Dienstleistungen an.

Im Jahr 2000 waren in Deutschland knapp 5,8 Mio. **Personen** im wissensintensiven Dienstleistungssektor sozialversicherungspflichtig **beschäftigt**, das sind rund ein Fünftel aller in der gewerblichen Wirtschaft tätigen. Über 2 Mio. arbeiteten im (wissensintensiven) Gesundheitswesen und jeweils rund 1¼ Mio. im Finanzsektor bzw. in technischen und nicht-technischen Beratungs- und Forschungsdienstleistungsunternehmen. Von 1998 bis 2000 sind bei wissensintensiven Dienstleistern rund 400 Tsd. Beschäftigungsmöglichkeiten hinzugekommen (Tab. 0-1). Hiervon konnten nahezu alle (wissensintensiven) Sparten profitieren. Die größten Expansionsraten von mehr als 10 % erzielten IuK-Dienstleistungen, die Werbebranche und übrige „nicht technische“ Berater sowie der Medienbereich. Dies sind auch in

[10] Auch im Detail kann man zeigen, dass die Spitzentechnologie insgesamt den Beschäftigungsaufbau dynamischer betrieben hat als die Hochwertige Technologie.

längerfristiger Perspektive die Hoffnungsträger für neue Arbeitsplätze. Angesichts der akuten Wachstumsstörungen im IuK-Sektor ist der hierfür benötigte Zeitbedarf allerdings unklar. Die Turbulenzen der Jahre 2000/2001 sollten jedoch dafür gesorgt haben, dass sich die Spreu vom Weizen getrennt hat.

Tab. 0-1: Beschäftigtenentwicklung bei wissensintensiven gewerblichen Dienstleistungen in Deutschland 1998 und 2000

	1998	2000	jahresdurchschnittliche Veränderung
	(in 1000)	(in 1000)	1998-2000 in %
Wissensintensive gewerbliche Dienstleistungen insgesamt	5.350	5.764	3,8
Distributionsdienstleistungen	403	426	2,8
IuK-Dienstleistungen	303	402	15,2
Finanz- und Vermögensdienstl. u. dgl.	1.213	1.250	1,5
techn. Beratungs- u. Forschungsdienstl.	513	532	1,8
nicht-techn. Beratungs- u. Forschungsdienstl.	662	791	9,3
Gesundheitsdienstleistungen	2.064	2.141	1,8
Mediendienstleistungen	192	222	7,4
Nicht-wissensintensive gewerbliche Dienstleistungen insgesamt	6.993	7.433	3,1
alle Wirtschaftszweige	27.208	27.826	1,1

Quelle: Statistisches Bundesamt: Statistik der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten. − Berechnungen des NIW.

Immerhin gehen in den meisten unternehmensbezogenen Dienstleistungssektoren mehr Unternehmen mit positiven Wachstumsaussichten ins Jahr 2002[11] als es Unternehmen gibt, die mit rückläufiger Nachfrage rechnen. Per Saldo dürfte dies jedoch nicht reichen, um zusätzliches Personal einzustellen. Die Rezession dürfte − anders als in den Jahren 1992/93 − diesmal auch stark auf die Beschäftigung im wissensintensiven Dienstleistungsbereich drücken. Allein EDV-Dienste, Unternehmensberater und − angesichts der zunehmenden Kompliziertheit des Steuersystems kein Wunder − Wirtschafts- und Steuerprüfer sehen kurzfristig Chancen für die Schaffung zusätzlicher Arbeitsplätze.

[11] ZEW-Branchenreport Dienstleistungen, Dezember 2001.

1 Strukturanalyse und langfristige Trends

Die Untersuchungen zu Innovationsindikatoren im Rahmen der Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands lassen sich von zwei Grundideen leiten:

- Grundsätzlich steht das Bemühen im Vordergrund, die **längerfristige Entwicklung** einer kritischen Beurteilung zu unterziehen.
- Gleichzeitig wird jedoch auch dem Wunsch nachgekommen, möglichst **aktuelle Daten** zu präsentieren.

Der Fokus in diesem Kapitel liegt eindeutig auf der Langfristanalyse. Da die meisten Erkenntnisse über eine Berichtsperiode hinaus Bestand haben, wird nicht alles in jedem Jahr wiederholt. Deshalb ist der diesjährige strukturanalytische Teil gleichsam komplementär zur letztjährigen Berichterstattung zu sehen:

- Komplementär ist insbesondere die prononciert international vergleichende Sichtweise der Analysen zur Außenhandels- und Wirtschaftsstruktur sowie zum Einsatz von hoch qualifiziertem Personal auf sektoral detailliertem Disaggregationsniveau. Im Vorjahr stand hier der intertemporale Vergleich im Vordergrund.
- Komplementär sind auch Analysen zu den Bestimmungsgründen für berufliche Weiterbildungsaktivitäten und für Selbstständigkeit auf der Basis von Individualdaten; im vergangenen Jahr standen nur aggregierte Eckdaten zur Verfügung.
- Wurde im Vorjahr insbesondere auf die Inventionsneigung der Unternehmen und ihrer Strukturen im internationalen Vergleich geschaut, so wurde diesmal der Leistungsfähigkeit des Wissenschaftssystems der Vortritt gelassen.

Dass die Industrieforschung in Deutschland auch in diesem Jahr intensiv betrachtet wird, liegt zum einen an der Verfügbarkeit von detaillierten aktuellen Daten. Mit diesen kann die Ende der 1990er Jahre in Deutschland wieder zunehmende FuE-Neigung genauer unter die Lupe genommen werden. Gleichzeitig kann sowohl ein Blick auf das FuE-Verhalten multinationaler Unternehmen (Kapitel 7) als auch auf die Entwicklung der FuE-Kapazitäten in den deutschen Regionen − insbesondere hinsichtlich der östlichen Bundesländer − geworfen werden (Kapitel 2). Ein weiterer Schwerpunkt sind die aufholenden Schwellenländer und deren Bedeutung auf den internationalen Technologiemärkten (Kapitel 3).

1.1 Investitionen in technisches Wissen und Innovationen

Die zielgerichtete Ausweitung des technischen Wissens, **Forschung und experimentelle Entwicklung** (FuE), ist einer der wichtigsten Bausteine für die technologische Leistungsfähigkeit von Volkswirtschaften. FuE ist keineswegs allein unternehmerische Aufgabe, vielmehr hat auch der Staat dabei eine zentrale Rolle zu spielen. Die Arbeitsteilung zwischen Wirtschaft und Wissenschaft/Forschung auf diesem Feld ist von Land zu Land unterschiedlich und im Fluss. In den avancierten Volkswirtschaften hat sich in der Regel ein Anteil des staatlichen Forschungssystems an den gesamten FuE-Kapazitäten von etwa einem Drittel eingependelt − mit deutlicher Tendenz nach unten.

1.1.1 Leistungsfähigkeit von Wissenschaft und Forschung im Vergleich

Das staatliche Wissenschafts- und Forschungssystem ist in jedem Fall eine wesentliche Basis für die technologische Leistungsfähigkeit eines Landes. In Hochschulen und in außeruniversitären Forschungseinrichtungen wird Wissen für technologische Innovationen geschaffen. Dort werden Wissenschaftler und Forscher ausgebildet, die über Kooperationen oder Auftragsforschung zum Technologietransfer beitragen, die eigene Unternehmen gründen und ihre Kenntnisse dort oder später in der Industrie und in innovativen Dienstleistungsbetrieben umsetzen. Gerade der **Personaltransfer** ist ein wesentliches Element des Wissenstransfers. Darüber hinaus bilden die Universitäten und Institute für viele Unternehmen eine wichtige **Informationsquelle** für Innovationsaktivitäten. Insbesondere für „neue“, forschungsintensive und wissensbasierte Technologiefelder (wie etwa Biotechnologie/Pharmazie, Mikroelektronik und neue Werkstoffe) sind Ergebnisse der natur- und ingenieurwissenschaftlichen Grundlagenforschung an Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen erheblich anwendungsrelevant.

Wie kann man die Leistungsfähigkeit des Wissenschaftssystems im internationalen Vergleich evaluieren? Die Ergebnisse wissenschaftlicher Forschung, insbesondere die Ergebnisse der Grundlagenforschung, schlagen sich in sichtbarer Form am ehesten in **Publikationen** nieder. Publikationen in internationalen Fachzeitschriften sind elementarer Bestandteil wissenschaftlicher Tätigkeit und maßgeblich für Reputation und Karriere von Wissenschaftlern.

Tab. 1-1: Publikationsanteile, beobachtete Zitatraten, internationale Ausrichtung und Zitatbeachtung für zehn große Länder, 1991 und 1998/99

	Publikationsanteile			Zitatrate[1]			Internationale Ausrichtung[2]			Zitatbeachtung[3]		
	1991	1995	1999	1991	1995	1998	1991	1995	1998	1991	1995	1998
USA	36,7	35,1	32,5	5,3	5,6	5,6	30	30	31	7	8	9
JPN	8,3	9,1	10,1	3,3	3,4	3,5	-5	-9	-8	-2	-2	1
GER	7,3	7,9	8,9	3,9	4,5	4,3	-1	5	5	9	12	11
GBR	9,1	9,5	9,5	4,0	4,5	4,4	2	5	8	9	10	4
FRA	5,5	6,3	6,6	3,9	4,1	4,0	6	1	3	3	6	4
SUI	1,6	1,8	2,0	5,9	6,3	5,8	30	27	27	18	21	18
CAN	4,8	4,7	4,3	3,7	4,2	4,5	3	5	9	0	6	10
SWE	1,9	2,0	2,1	4,1	4,6	4,5	3	6	6	11	13	13
ITA	3,2	3,9	4,4	3,4	3,9	3,8	-2	1	2	-3	1	1
NED	2,3	2,6	2,6	4,5	5,0	4,9	10	12	12	13	15	16
Welt	100	100	100	3,6	3,8	3,7	0	0	0	0	0	0

1) Zitatrate = jährliche Zitate pro Publikation. 2) Positives Vorzeichen: Im Schwerpunkt wird in international überdurchschnittlich beachteten Zeitschriften publiziert. 3) Positives Vorzeichen: Überdurchschnittlich hohe Zitathäufigkeit, gemessen am Durchschnitt der Zeitschriften, in denen publiziert wird.

Quelle: SCI. − Berechnungen des FhG-ISI.

- Daran gemessen haben Deutschlands Naturwissenschaftler und Ingenieure insbesondere in der ersten Hälfte der 1990er Jahre eine deutliche Produktivitätssteigerung erkennen lassen (Tab. 1-1): Ihr **Anteil** an den weltweiten Publikationen hat um gut 1½ Prozent-

punkte zugelegt. Die Integration des ostdeutschen Wissenschaftssystems spielt dabei eine erhebliche Rolle. Ein ähnlich großer Schritt ist nur Japan und Italien geglückt. Unter den großen Ländern haben nur Kanada und die USA merkliche Anteile abgegeben.

- Qualität statt Quantität lässt sich über **Zitatraten** messen: Besonders häufig zitierte Publikationen haben in der Regel eine hohe wissenschaftliche Qualität. Deutschland liegt danach im Mittelfeld, hat allerdings in der ersten Hälfte der 1990er Jahre aufgeholt. Seither stagnieren die Raten wieder oder sind rückläufig: Die Zahl hochwertiger Publikationen lässt sich offensichtlich nicht beliebig steigern. Bei den Zitatraten zeigt sich ein erheblicher Einfluss der **wissenschaftlichen Schwerpunkte** der einzelnen Länder. Die herausragenden Länder (USA, Großbritannien, Niederlande, Schweden) profitieren von ihren Stärken in den „life sciences“ (Medizin, Biotechnologe, Biologie), bei der Schweiz ist das Profil etwas breiter angelegt. Deutschland gleicht durch das hohe Gewicht von Physik, Biotechnologie und Grundstoffchemie den geringen Rückstand bei der Medizin aus.
- Für die Zitatraten spielen verschiedene Faktoren eine Rolle. Zum einen beeinflusst die **internationale Ausrichtung** der Autoren die Zitatrate: Wird in international breit wahrgenommenen Journals oder eher in Nischen-Zeitschriften publiziert?[1] Bei der internationalen Ausrichtung liegen Deutschlands Wissenschaftler eher im hinteren Mittelfeld. Sie haben eine Delle im Veröffentlichungsprofil nach der Wiedervereinigung wieder ausgleichen, sich in den letzten Jahren jedoch nicht mehr verbessern können. Deutschlands internationale Ausrichtung ist in allen „elektronikdeterminierten“ Wissenschaftsfeldern ausgesprochen hoch, liegt bei Biotechnologie und Physik hingegen im Schnitt und lässt vor allem in der Medizin und in vielen mit der Chemischen Industrie verbundenen Feldern zu wünschen übrig. Die typischerweise enge Kooperation von Hochschulen und Chemischer Industrie führt möglicherweise zu einer „Vernachlässigung“ des internationalen wissenschaftlichen Dialogs über Publikationen.
- Der zweite Faktor − und dies ist der sicher treffendste Indikator für Leistungsfähigkeit − ist die **Zitatbeachtung**, bei der die durchschnittliche Zitathäufigkeit der Zeitschriften in Rechnung gestellt wird: Entspricht die Zahl der Zitate den Erwartungen? Hier schneiden Deutschlands Wissenschaftler besser ab und platzieren sich hinter ihren Kollegen aus der Schweiz, den Niederlanden und Schweden, aber noch vor den USA. In der zweiten Hälfte der 1990er Jahre hat sich die Zitatbeachtung jedoch nicht mehr erhöht. Wiederum erweist sich die Chemie als ein etwas „kritischer Bereich“ (Abb. 1-1). Hingegen ist die Zitatbeachtung bspw. in strategischen Feldern wie der Datenverarbeitung und in der Medizin ausgesprochen hoch. Doch in der Medizin sollte − wie in der Chemie − die internationale Einbindung verbessert werden.

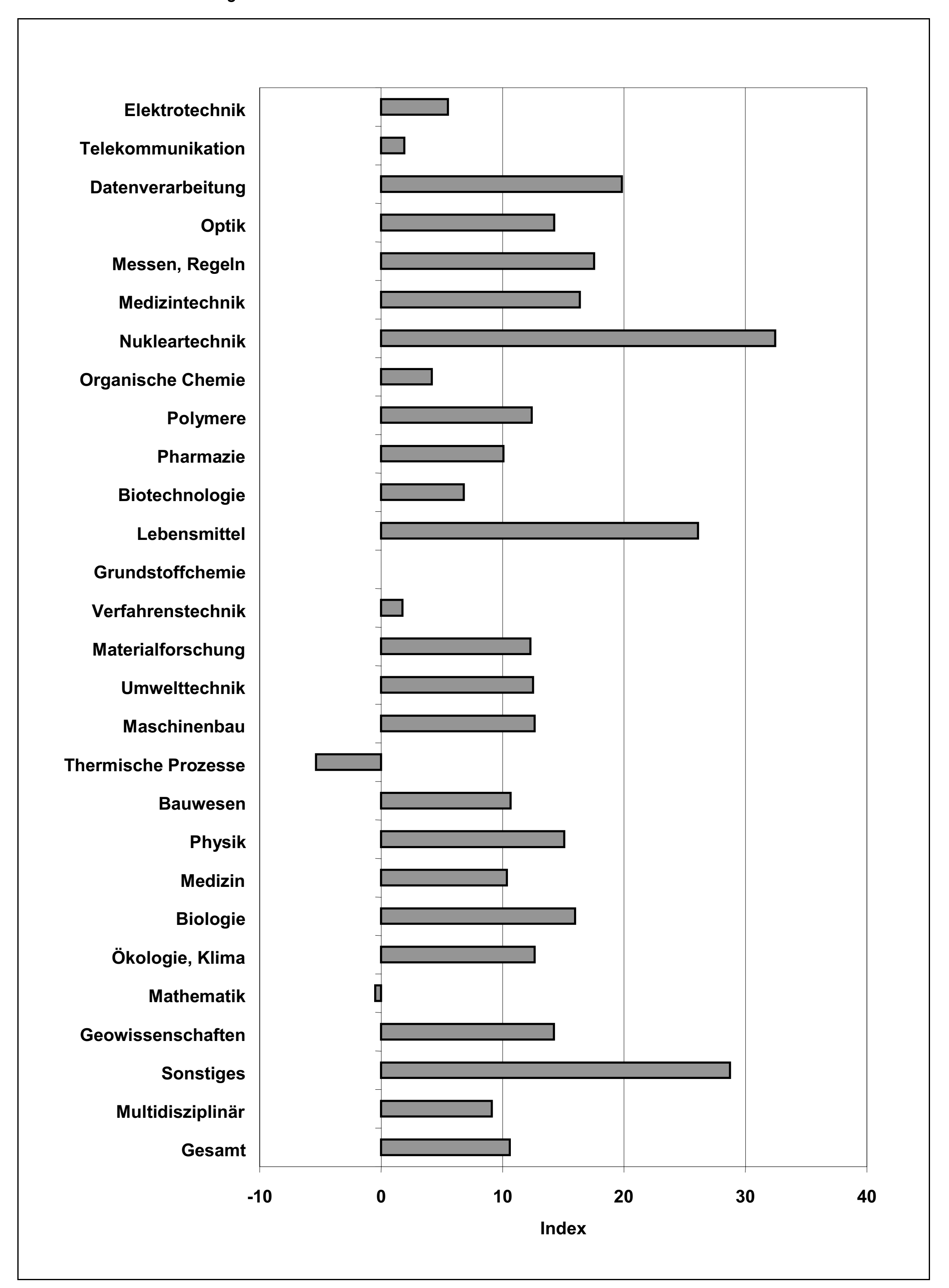
Insgesamt zeigt das deutsche Wissenschaftssystem **Stabilität**. Es liegt im Vergleich der Industrieländer bei Publikationen nicht an der Spitze, sondern hat eine Position im Mittelfeld inne: Der Anteil an den Publikationen ist gestiegen, die Qualität ist nicht schlechter geworden. Eine kurzzeitige Verschlechterung der Leistungsindikatoren zu Publikationen im Anschluss an die deutsche Wiedervereinigung konnte inzwischen ausgeglichen werden. Ansonsten zeigt sich im internationalen Vergleich kein weiterer signifikanter Rückgang – etwa durch eine zuweilen diskutierte Verschlechterung der Forschungsbedingungen, aber auch keine Verbesserung. Anders ausgedrückt: In den für wissenschaftliche Forschung erforderli-

---

[1] Die Publikationssprache Englisch begünstigt zudem die internationale Wahrnehmung (van Leeuwen et al. 2001; Barré 2001).

chen Spitzenqualifikationen scheinen sich insgesamt gesehen keine Engpässe abzuzeichnen.

Abb. 1-1: Beachtung deutscher SCI-Publikationen 1998



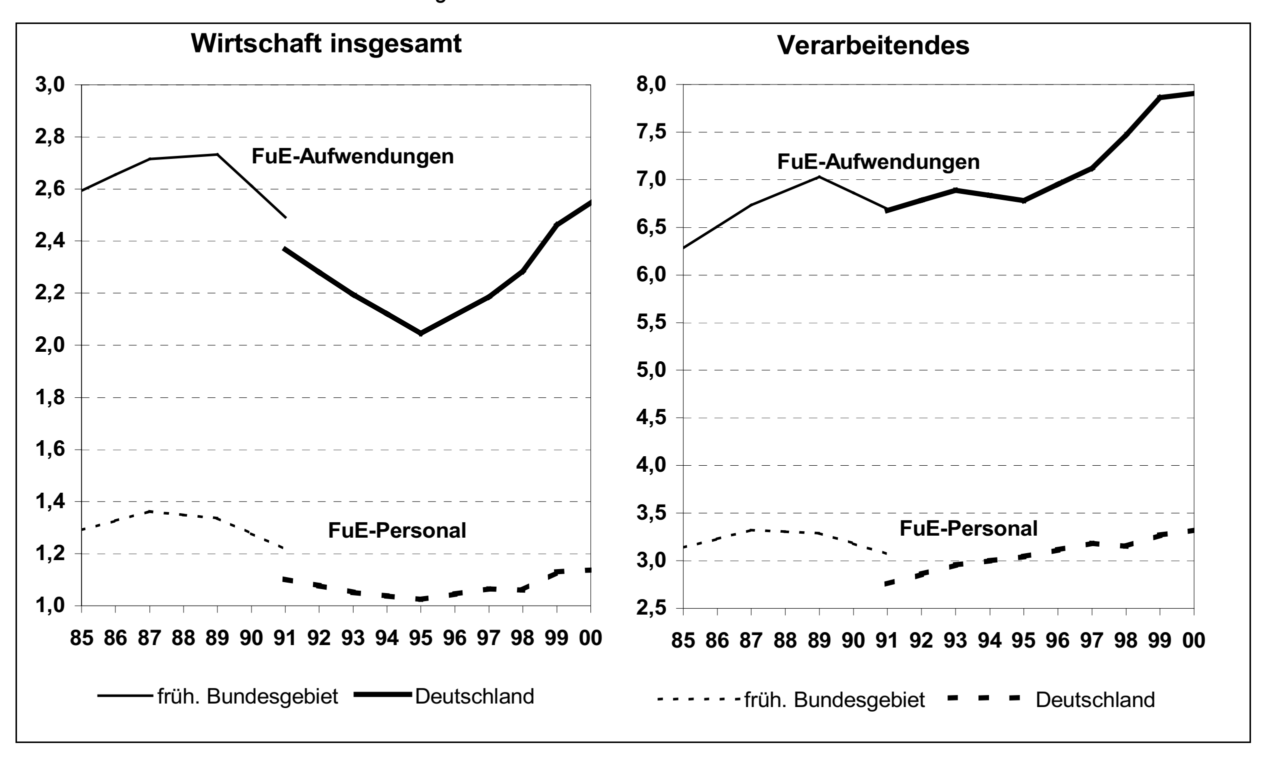
Quelle: SCI. − Berechnungen des FhG-ISI, Werte über 0 zeigen ein überdurchschnittliches Niveau im internationalen Vergleich.

Allerdings könnte die faktische Beteiligung an der internationalen Diskussion durch eine stärker international ausgerichtete Publikationsstrategie verbessert werden. Auffällig ist im Ländervergleich die durchgängig gute Position kleinerer Länder wie Niederlande, Schweden und vor allem der Schweiz, während Japan und Italien eher hinten rangieren. Dies zeigt, dass − neben einem exzellenten Wissenschaftssystem − eine hohe Offenheit nach außen entscheidend ist.[2] Angesichts des Trends zur Globalisierung hätte man gerade in dieser Beziehung von Deutschlands Wissenschaftlern eine Beschleunigung erwarten können. Dass dies nicht passiert ist, ist langfristig nicht vorteilhaft.

1.1.2 Industrieforschung in Deutschland

Unternehmerische FuE ist zwar nur ein Teil der gesamten Aktivitäten im Innovationsgeschäft. Sie wird jedoch vielfach als der harte Kern des betrieblichen Innovationsgeschehens angesehen, weil sie dazu dient, das technische Wissen in den Betrieben gezielt auszuweiten und damit wissenschaftliche Erkenntnisse in neue Produkte und Verfahren, in eine verbesserte Wettbewerbsfähigkeit und damit letztlich in Wachstum und Beschäftigung umzusetzen. Unternehmerische FuE steht als strategischer Ansatzpunkt daher vielfach im Zentrum der Innovationspolitik.

Abb. 1-2: FuE-Aufwendungen der Wirtschaft in % der Bruttowertschöpfung der Unternehmen und FuE-Personal in % der Beschäftigten in Deutschland 1985-2000



Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. - Statistisches Bundesamt, Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung. - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

---

2 Kleinere Länder unterhalten in der Regel keine nationalsprachlichen Fachzeitschriften, wie dies in Deutschland, Japan etc. üblich ist, so dass die Autoren internationale, meist amerikanische Journale wählen müssen (siehe auch Grupp et al. 2001).

Das FuE-Verhalten der deutschen Unternehmen ist in den vergangenen Jahren vielfach etwas kritisch beäugt worden, da die FuE-Aktivitäten über einen längeren Zeitraum zurückgeschraubt worden waren und in ihrer Dynamik erst zögerlich Anschluss an internationale Trends gewinnen konnten. Dies hat sich gegen Ende der 1990er Jahre insofern gewandelt, als die Industrieforschung in Deutschland wieder etwas Boden gut gemacht hat. Die Unternehmen haben wieder deutlich intensiver in neues Wissen investiert (Abb. 1-2). Dies ist um so wichtiger als deutsche Unternehmen jahrelang eine Ausweitung der FuE-Kapazitäten − wenn überhaupt − im Ausland vorgenommen haben. Die Rolle der multinationalen Unternehmen in der internationalen FuE-Arbeitsteilung und deren Wissensmanagement wird später noch im Detail behandelt (Kapitel 7). Ebenso wird im Zusammenhang mit einer Betrachtung zur technologischen Leistungsfähigkeit in den neuen Bundesländern über den Beitrag der dortigen Unternehmen zur jüngsten FuE-Intensivierung in Deutschland berichtet (Kapitel 2).

Im Vordergrund der folgenden Untersuchung stehen vor allem die Fragen, wie Klein- und Mittelunternehmen am FuE-Aufschwung in Deutschland beteiligt sind, welche sektorstrukturellen Veränderungen sich eingestellt haben und wie die Position Deutschlands aktuell einzuschätzen ist.

FuE-Verhalten von Klein- und Mittelunternehmen

Alles in allem ist in Klein- und Mittelunternehmen, bei einem Anteil an den Industriearbeitsplätzen insgesamt von ungefähr der Hälfte, ein Sechstel des industriellen FuE-Personals beschäftigt.[3] Es ist eine gewisse Arbeitsteilung bei FuE zu beobachten: Kleinunternehmen konzentrieren ihre FuE-Aktivitäten sehr stark auf Güter der Spitzentechnologie, während mittlere und größere Unternehmen ihre Schwerpunkte häufiger anwendungsorientiert in der Hochwertigen Technologie suchen. Dahinter stehen auch unterschiedliche Eintrittsbarrieren in Technologiemärkte:

- In der dynamischen Spitzentechnologie können kleine Unternehmen stärker die Wettbewerbsvorteile einer technologischen Nischenstrategie nutzen. Insbesondere bei kontinuierlich forschenden Klein- und Mittelunternehmen ist häufig eine sehr hohe FuE-Intensität festzustellen.
- In der Hochwertigen Technologie sind auf Grund des stärker kumulativen technischen Fortschritts ein umfangreicher Wissenskapitalstock, differenzierte Netzwerkbeziehungen, gute Marktkenntnisse und feste Kunden-Zuliefer-Beziehungen wichtige Wettbewerbsparameter. Hier haben Kleinunternehmen gegenüber großen eindeutig Nachteile.

Klein- und Mittelunternehmen neigen eher zu einem **diskontinuierlichen**, projektbezogenen **FuE-Verhalten**. Im Allgemeinen nimmt die FuE-Beteiligung mit der Unternehmensgröße zu.

[3] Dass in den 1990er Jahren der FuE-Anteil von Klein- und Mittelunternehmen in Deutschland höher ausfällt als im Westdeutschland der 1980er Jahre, hat nicht zuletzt mit dem hohen Anteil von forschenden Klein- und Mittelunternehmen in Ostdeutschland zu tun (vgl. Abschnitt 2). Der bis 1997 steigende Anteil von Klein- und Mittelunternehmen an den FuE-Kapazitäten lässt sich rechnerisch auch dadurch erklären, dass in der Beschäftigungsrezession viele forschende Großunternehmen in diese Größenklassen hineingeschrumpft sind und dass sich Großunternehmen jahrelang kontinuierlich aus einer systematischen, personalaufwendigen strategischen Forschung zurückgezogen und auf marktbezogene Entwicklungsprojekte konzentriert haben.

Tab. 1-2: FuE-Personalintensität und FuE-Beteiligung der Unternehmen in Deutschland nach Beschäftigtengrößenklassen im Verarbeitenden Gewerbe 1999

	Anteil forschender Unternehmen in %				
		Beschäftigtengrößenklasse			
	insg.	<100	100 bis <500	500 bis <1000	1000 u. mehr
Anteil forschender Unternehmen in %	22,0	17,0	30,0	47,0	72,0
Anteil des FuE-Personals an den Beschäftigten in forschenden Unternehmen in %	7,7	8,6	4,5	5,1	8,9
Anteil des FuE-Personals an den Beschäftigten insg. in %	4,2	1,2	1,5	2,4	8,4

Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. - Statistisches Bundesamt, FS 4, R. 4.3 (Kostenstrukturerhebung 1999). - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Sie liegt im Schnitt bei 22 % der Industrieunternehmen, weist jedoch (1999) eine Bandbreite von 17 % bei Kleinunternehmen, über 30 % bei Mittelunternehmen, 47 % bei größeren Unternehmen und 72 % bei Großunternehmen auf. Besonders hoch ist die FuE-Beteiligung unter den Kleinunternehmen in sehr forschungsintensiven Industriezweigen. Dort wird sogar die FuE-Beteiligungsquote der (mittel-)großen Unternehmen übertroffen (Tab. 1-2 sowie Annex A-1-1).

Ganz offensichtlich konzentriert sich die FuE-Tätigkeit in Deutschland von Jahr zu Jahr auf immer weniger Unternehmen, denn die Zahl von forschenden industriellen Klein- und Mittelunternehmen hat stark abgenommen. In zwei Stufen ist das **Niveau der FuE-Aktivitäten** jeweils abgesenkt worden (Annex A-1-2):

- Ende der 1980er Jahre haben sich viele von jenen Klein- und Mittelunternehmen aus FuE zurückgezogen, denen zu Beginn der 1980er Jahre durch FuE-Personalfördermaßnahmen der Einstieg in FuE stark erleichtert worden war.
- Gegen Ende der 1990er Jahre hat sich diese Entwicklung noch einmal beschleunigt. Geradezu abrupt haben sich manche Klein- und Mittelunternehmen aus FuE verabschiedet:[4] in nur zwei Jahren mehr als 1000 an Zahl.

Dies gibt Anlass zur Besorgnis, denn die Innovationsfähigkeit von Klein- und Mittelunternehmen ist mittel- bis langfristig recht eng an die FuE-Beteiligung und an die Verfügbarkeit von entsprechend ausgebildetem und erfahrenem Personal geknüpft. Insbesondere ist die **Anwendung externen Wissens** in der Regel komplementär zu eigenen FuE-Anstrengungen. Die Kooperationsfähigkeit von Klein- und Mittelunternehmen mit Forschungseinrichtungen und Industriebetrieben nimmt in dem Maße zu, in dem sich die Beteiligung von FuE verstetigt.

FuE-Aktivitäten haben in der deutschen Wirtschaft an Breite verloren. Dies gilt, obwohl sich die **staatlichen FuE-Finanzierungsanteile** tendenziell zugunsten der Klein- und Mittelunternehmen verschoben haben. Naturgemäß entfällt zwar der überragende Teil der staatlichen FuE-Finanzierung auf Großunternehmen der Spitzenforschung. Allerdings kann in den 1990er Jahren nicht mehr generell davon ausgegangen werden, dass die staatliche Ein-

[4] Auch die Innovationserhebung geht von rückläufiger FuE-Beteiligung aus, allerdings nicht ganz so drastisch wie der WSV.

griffsintensität bei FuE in Deutschland sehr stark zugunsten von Großunternehmen verzerrt ist. Denn im Schnitt beläuft sich der staatliche Finanzierungsanteil bei FuE im Jahre 1999 bei Klein- und Mittelunternehmen (mit bis zu 500 Beschäftigten) auf 7,2 %; bei größeren und Großunternehmen wird FuE im Schnitt mit 6,3 % unterstützt.

Aus einer längerfristigen Perspektive heraus betrachtet hat es bei der staatlichen Begünstigung von FuE im Verhältnis zwischen Mittelstand und Großindustrie regelrechte Wellenbewegungen gegeben:

- Bis Anfang der 1980er Jahre genossen Großunternehmen eine deutliche Finanzierungspräferenz. Die staatliche FuE-Finanzierung konzentrierte sich damals stark auf Großtechnologien, insbesondere die Kernenergie. Ab Mitte der 1980er Jahre verschob sich diese Finanzierungspräferenz − speziell im Zusammenhang mit FuE-Personalfördermaßnahmen − zugunsten von Klein- und Mittelunternehmen.
- Mit Ausklingen dieser Maßnahmen in Westdeutschland Ende der 1980er Jahre genossen Großunternehmen wieder höhere finanzielle Vorteile bei FuE. Dieses Muster hatte eine Weile Bestand. Nunmehr liegen Klein- und Mittelunternehmen wieder vorne. Es ist davon auszugehen, dass die FuE-Förderung in den neuen Bundesländern hierbei eine maßgebliche Rolle spielt, denn dort handelt es sich meist um Klein- und Mittelunternehmen (vgl. Kapitel 2). In Westdeutschland halten sich die Förderquoten zwischen Mittelstand und Großindustrie in etwa die Waage.

Bei dieser Betrachtung können leider die Rückflüsse aus supranationalen Organisationen nicht berücksichtigt werden. Diese werden mit der Zunahme internationaler, vor allem europäischer Kooperationen bei der Entwicklung neuer (Groß-)Technologien immer wichtiger. Sie kommen massiv Großunternehmen zugute.

Sektorstrukturwandel und FuE-Intensität in Deutschland

Der Einsatz von FuE-Personal hat in der Industrie in der zweiten Hälfte der 1990er Jahre wieder an Bedeutung gewonnen. Zunächst hat relativ gesehen wenig FuE-Personal seinen Arbeitsplatz verloren, mit zunehmender Konsolidierung des wirtschaftlichen Aufschwunges wurde gar zusätzlich in FuE investiert und wieder mehr Personal mit FuE-Aufgaben betraut. Der jüngste FuE-Aufschwung ist jedoch in einem völlig anderen Licht zu sehen als der in den 1980er Jahre beobachtete − sowohl was die Intensität angeht als auch die strukturellen Konsequenzen. Die unterschiedlichen Verhaltensweisen lassen sich mit einem methodischen Ansatz herausarbeiten. Dabei wird die Veränderung des FuE-Personalbestands in den Unternehmen im Zeitablauf **rechnerisch** in verschiedene Komponenten zerlegt (Tab. 1-3), in

- den Effekt des Rückgangs der Industriebeschäftigung insgesamt (Trendeffekt),
- den intersektoralen Strukturwandel und
- den intrasektoralen Strukturwandel, d. h. auf die Änderung der sektorspezifischen FuE-Intensität.

Erstmals seit 1987 zeigt das gesamte FuE-Personal zwischen 1995 und 1999 wieder eine Zunahme (plus 8 % gegenüber 1995 in der Gesamtwirtschaft, also einschließlich Dienstleistungen). Dies markiert eine Trendwende. Auch in der Verarbeitenden Industrie ist der FuE-Personaleinsatz seit 1995 gesteigert worden, und zwar um 1,8 %. Die Statistik weist in Deutschland für 1999 knapp 5.500 mehr in FuE eingebundene Personen aus als im Jahre

1995. Hinter diesem quantitativ eher weniger bemerkenswerten **Zuwachs** verbergen sich jedoch geradezu turbulente strukturelle Veränderungen:

- Denn der **Trendeffekt** hätte für sich genommen einen FuE-Personalabbau von 13.300 Personen bedeutet − so kräftig fiel der Abbau von Arbeitsplätzen insgesamt in der Industrie aus.
- Die **intersektorale Strukturkomponente** machte sich erstmals seit langer Zeit wieder leicht positiv bemerkbar (3.500). Unter den forschungsintensiven Industrien haben jedoch noch einmal Teile der Chemischen Industrie (ohne Pharma) und die Elektrotechnik sowie Büromaschinen/EDV und die Nachrichtentechnik überdurchschnittlich die Beschäftigung reduziert. Positive − wachstumsbedingte − Impulse für die Nachfrage nach FuE-Personal kamen in dieser Phase hauptsächlich aus dem Automobilbau und aus der expandierenden Pharmazeutischen Industrie.
- Eine Vielzahl von Branchen hat wieder auf einen stärkeren Einsatz von FuE-Personal gesetzt. Die **intrasektorale Strukturkomponente** macht für sich genommen ein Plus von 15.300 Personen aus. Insbesondere der Automobilbau, die Nachrichtentechnik, die Bauelementeindustrie, die Pharmazeutische Industrie, der Kraftmaschinenbau, die Kunststoffverarbeitung, die EBM-Warenindustrie und die Gummiverarbeitung haben ihre Nachfrage nach FuE-Personal auf Grund eines höheren FuE-Bedarfs verstärkt.

Tab. 1-3: Komponenten der Veränderung des FuE-Personaleinsatzes in der Verarbeitenden Industrie 1979 bis 1999

	Früheres Bundesgebiet		Deutschland
	1979 - 1987	1987 - 1993	1995 - 1999
Komponente	- in 1.000 -		
Trend*	-13,8	-7,1	-13,3
intersektoraler Struktureffekt**	+19,2	-1,7	+3,5
intrasektoraler Struktureffekt***	+51,1	-13,2	+15,3
insgesamt	+56,5	-22,0	+5,5

Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. - Statistisches Bundesamt, Fachserie 4, Reihe 4.1.1. - Berechnungen und Schätzungen des NIW. * Veränderung des FuE-Personaleinsatzes, die auf einem Rückgang der Industriebeschäftigung beruht.
** Veränderung des FuE-Personaleinsatzes, die auf den sektoralen Strukturwandel zurückzuführen ist.
*** Veränderung des FuE-Personaleinsatzes auf Grund von Veränderungen der sektorspezifischen FuE-Personalintensitäten.

Seit Mitte der 1990er Jahre gab es also extrem viel Bewegung zwischen den Wirtschaftszweigen, auch wenn die Aggregatzahlen der Industrie nur moderat gestiegen sind. Konjunktur- sowie wachstums- und strukturbedingte Effekte wurden in dieser Zeit von einer in vielen Zweigen steigenden FuE-Neigung überkompensiert. FuE stand Ende der 1990er Jahre wieder deutlich höher im Kurs.

Zusammenschau − aktuelle Position Deutschlands

Genau genommen ist dieser Kurswechsel jedoch mit einer enormen, sektoralen **Konzentration** und mit einer Verlagerung von FuE auf Großunternehmen verbunden. Diese betrifft − neben den Aufholstrategien bei einigen Spitzentechnologien, in denen Deutschland bislang nicht besonders intensiv an FuE beteiligt war (Pharma, Elektronik) − vor allem den Automobilbau und in dessen Sog auch die FuE-Ausweitung in der Kunststoff- und Gummi-

verarbeitung. Dieser FuE-Aufschwung ist völlig anders als der der 1980er Jahre:[5] Damals wurde FuE in der Breite als wichtiger unternehmerischer Aktionsparameter entdeckt und kräftig ausgeweitet. Diesmal nehmen die FuE-Kapazitäten ausgesprochen **selektiv** in Richtung Spitzentechnologie und Automobilbau zu; in vielen anderen Sektoren setzt sich hingegen der Kurs des Ausdünnens der FuE-Abteilungen fort. Die FuE-Intensität spreizt sich also in den letzten Jahren ziemlich stark.

Die Unternehmen machen nicht nur sektorale, regionale und größenklassenbezogene, sondern noch weitere Konzentrationsprozesse in FuE mit:

- So widmen sie einen immer größeren Anteil der FuE-Mittel ihren angestammten **Kernkompetenzen** in FuE.
- Zudem wird der FuE-Prozess immer anspruchsvoller, denn der Bedarf an **akademischen** Qualifikationen − und damit die Konzentration in die Spitze − nimmt zu.
- Ein gutes Zeichen ist, dass die Investitionen in **FuE-Anlagen** – und damit die Standortbindung – wieder etwas zugenommen haben.

Insgesamt lässt sich aus all diesen Beobachtungen im Zusammenhang mit der weiteren Intensivierung von FuE – vorsichtig – ein etwas größerer Optimismus hinsichtlich der mittel- bis längerfristigen Wachstumserwartungen der Unternehmen herauslesen.

Im Rückblick betrachtet zeigen die 1990er Jahre grundlegend geänderte Verhaltensweisen. Während in den 1980er Jahren antizyklisch Zukunftsvorsorge getrieben wurde, d. h. auch in rezessiven Zeiten der Aufbau von Wissen in den Unternehmen gepflegt wurde, wich diese Einstellung in den 1990er Jahren zunehmend einem zyklischen Anpassungsverhalten: **FuE** wurde immer stärker unter dem Gesichtspunkt der **kürzerfristigen Verwertung** reduziert bzw. ausgeweitet (das „E“ von FuE stand im Vordergrund). Die Unternehmen haben zunehmend sensibel auf konjunkturelle Einflüsse reagiert und insbesondere ihre langfristige Forschung reduziert.

Dies hat den Aspekt vernachlässigt, dass Wissen kumuliert werden muss, damit es voll zur Entfaltung kommen und in langfristige Strategien eingebettet werden kann. Von daher ist Kontinuität angesagt, FuE-Personal ist zu halten. FuE kann nicht einfach ohne Schaden für einige Jahre unterbrochen werden – nur weil gerade Rezession oder deutsche Wiedervereinigung ist. Aus diesen Fehlern in der ersten Hälfte der 1990er Jahre sollte gelernt worden sein – auch und gerade vor dem Hintergrund der aktuellen Rezession. Das Verhalten ist keineswegs stabil. Denn die Zuwachsraten der FuE-Ausgaben haben in den Jahren 2000/2001 wieder deutlich abgenommen. Insofern ist Obacht geboten. Die Rezession ist eine ernsthafte Nagelprobe für die Stabilität des deutschen Innovationssystems.

Investitionen in neues Wissen, in Forschungsanlagen und hoch qualifiziertes Personal sind mit hohen Fixkosten verbunden, wenn sie über eine konjunkturneutrale Niveauanpassung hinausgehen und den Anschluss an die Weltspitze wieder herstellen sollen. Damit sich diese Fixkosten amortisieren, müssen die Unternehmen von stabilen und ausreichend hohen Markt- und Absatzerwartungen ausgehen. In dieser Beziehung ist offensichtlich Ende der

---

5 Vgl. NIW u. a. (2000).

1990er Jahre wieder eine Verbesserung der Ausgangslage für FuE eingetreten. Möglicherweise ist gar ein Umdenken in den Unternehmen selbst eingetreten: Die starken FuE-Steigerungen gerade bei Großunternehmen könnten mit einer wieder verstärkt ins Kalkül genommenen mittelfristig-strategischen Orientierung der Industrieforschung zusammenhängen: Das „F“ von FuE hat wieder größere Bedeutung bekommen.

Diese Rückbesinnung bei den Unternehmen entlässt den Staat jedoch keinesfalls aus seiner Funktion, weiterhin intensiv in Grundlagenwissen und -forschung zu investieren und gleichzeitig weitere Schnittstellen zu den Unternehmen herzustellen. Denn unabhängig von der leicht korrigierten Zurückhaltung bei mittelfristig orientierten Projekten ist langfristig nicht mehr damit zu rechnen, dass strategische Zukunftsvorsorge durch FuE in den Planungen der Unternehmen wieder das Gewicht wie in den 1980er Jahren erhält. Die konzeptionelle Entwicklung der FuE-Förderung in Deutschland weist jedoch eher in eine andere Richtung: Der Staat fasst – insbesondere dann, wenn man die EU-Förderung und die Länder mit einbezieht – immer weniger den Aufbau eines gesellschaftlichen „Wissensstocks“ im Auge, sondern orientiert seine **Förderkonzeption** intensiv an der **Anwendung und Umsetzung von Wissen**.[6] Parallel dazu wird das FuE-Personal an den Universitäten kontinuierlich weniger, in außeruniversitären Forschungseinrichtungen stagniert es nach einer Phase der Ausdünnung.

Zeitgleich mit den Steigerungen des FuE-Engagements gerade der Großunternehmen hat sich eine Ausweitung des FuE-Marktes ergeben, wenn man darunter die Gesamtheit der externen Beschaffung von FuE-Ergebnissen gegen Entgelt verstehen will. Ein genauerer Blick scheint vielversprechend zu sein.

1.1.3 FuE-Dienstleistungen in Deutschland

Eine Form der externen Beschaffung technologischen Wissens ist die Nutzung von **FuE-Dienstleistungen**. FuE-Dienstleistungen sind technologieorientierte Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, die von FuE-Dienstleistern für externe Auftraggeber gegen unmittelbare Bezahlung durchgeführt werden. Neben FuE-Dienstleistungsaufträgen spielen zunehmend auch FuE-Kooperationen eine Rolle, in denen Unternehmen auf vertraglich geregelter oder informeller Basis mit anderen Unternehmen oder Forschungseinrichtungen zusammenarbeiten, indem sie eigene, interne FuE-Leistungen in die Kooperation einbringen und im Gegenzug FuE-Leistungen der Partner beziehen.[7] Diese Zusammenhänge machen deutlich, dass die Leistungsfähigkeit und Effizienz des Innovationssystems eines Landes auch davon bestimmt wird, dass FuE-Prozesse **arbeitsteilig** durchgeführt werden können.[8]

---

[6] Dabei wird möglicherweise verkannt, dass gerade die höchstzitierten Veröffentlichungen aus der Grundlagenforschung neunmal häufiger in Patentschriften erwähnt werden und damit gewerbliches Anwendungspotenzial haben als zufällig ausgewählte Veröffentlichungen. Qualitativ hochstehende Grundlagenforschung trägt also zum Innovationsgeschehen bei (Hicks et al. 2000).

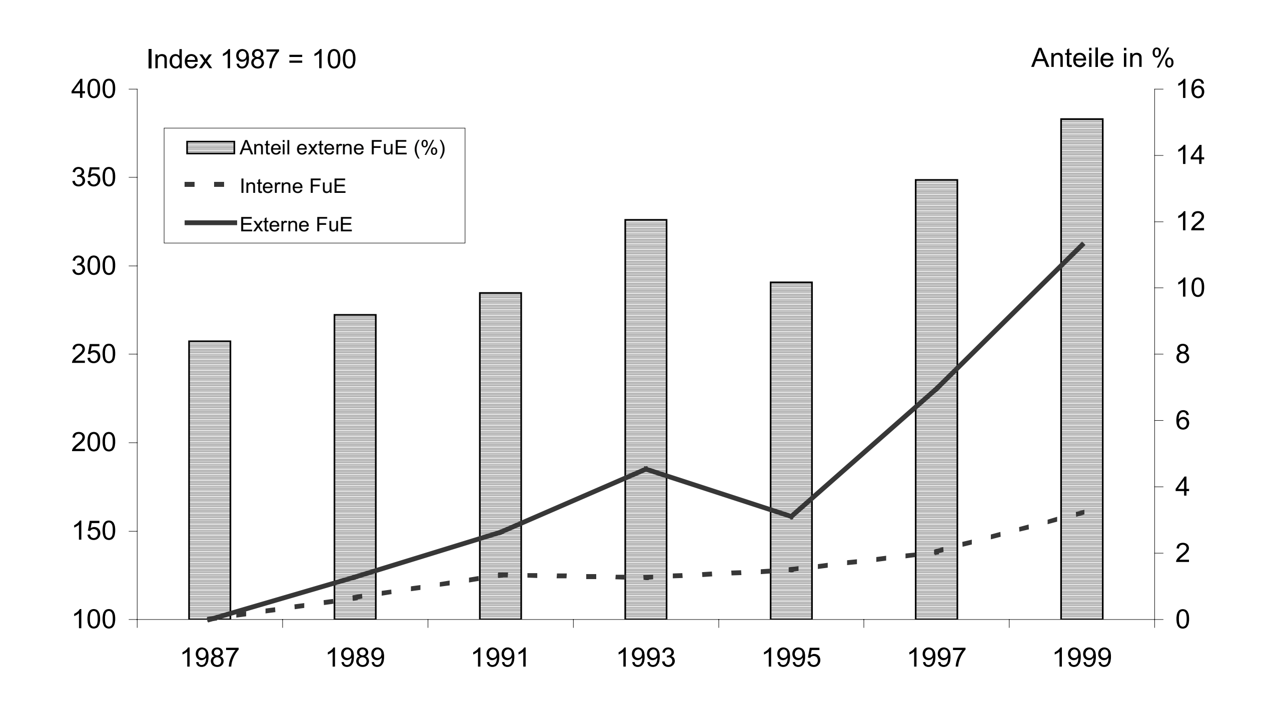
[7] Weitere in der Praxis relevante Formen externer Wissensbeschaffung sind die Rekrutierung spezifisch qualifizierten Personals (Wissensträger) sowie der Erwerb von Unternehmensbeteiligungen oder ganzer Unternehmen.

[8] Hierzu vergleiche im letztjährigen Bericht das Kapitel zum Wissens- und Technologietransfer.

Entwicklung der externen FuE-Ausgaben der Unternehmen

Die Ausgaben der Unternehmen für externe FuE sind ein geeignetes Maß zur Bestimmung der Größe des FuE-Dienstleistungsmarkts. Aus dem Vorjahr bekannt ist, dass dieser Markt nach der FuE-Statistik des Stifterverbands[9] zwischen 1987 und 1999 mit einem durchschnittlichen jährlichen Wachstum von knapp 10 % deutlich gewachsen ist. Doch nicht nur die absoluten Beträge sind gestiegen, sondern auch die relative Bedeutung der externen FuE: Während der Anteil der externen FuE-Ausgaben an den gesamten FuE-Ausgaben der Unternehmen 1987 bei 8,4 % lag, erhöhte er sich bis zum Jahr 1999 auf 15,1 % (vgl. Abb. 1-3). Die internen FuE-Ausgaben sind somit deutlich langsamer als die Ausgaben für externe FuE-Leistungen gewachsen.[10]

Abb. 1-3: Entwicklung der internen und externen FuE-Ausgaben der Unternehmen in Deutschland 1999



Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik, Berechnungen des ifo-Instituts.

Der Auslandsanteil ist mit jahresdurchschnittlich knapp 15 % unter allen Empfängergruppen am stärksten gewachsen. Die Zunahme der FuE-Aufträge an das Ausland ist ein Indikator für die zunehmende Internationalisierung und Globalisierung von FuE. Welche Rolle dabei internationale Konzernverflechtungen spielen und wie sich die Strukturen des Marktes für FuE-Dienstleistungen im Jahr 2000 darstellen, bedarf der genaueren Betrachtung.

---

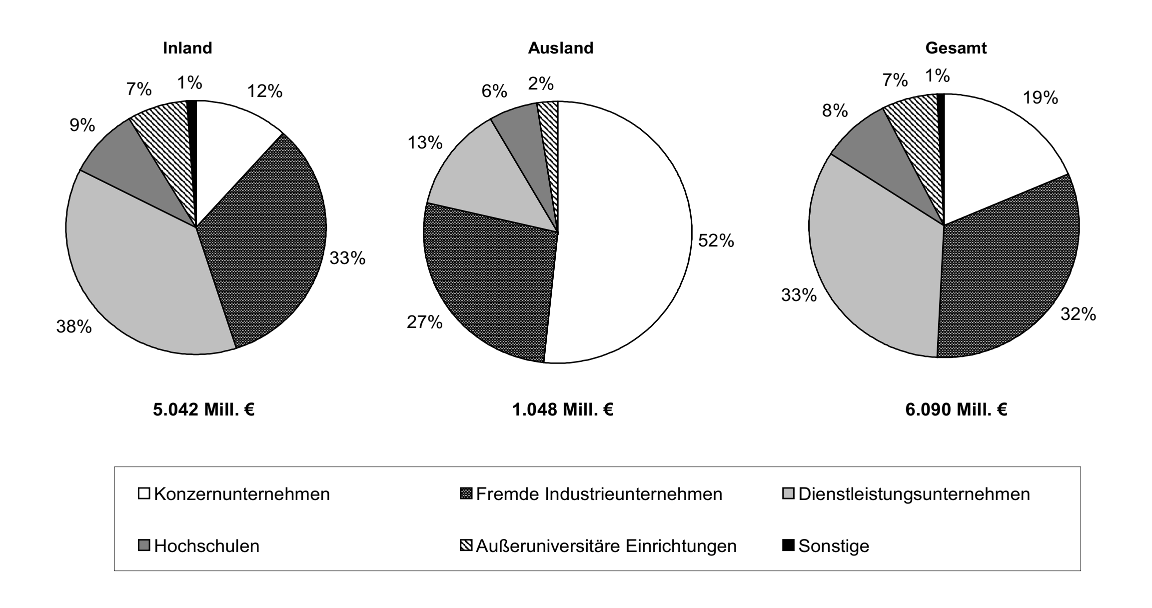
9 Vgl. Stifterverband (2001).

10 Interne Untersuchungen des Stifterverbandes haben dazu ergeben, dass es im Jahr 1995 nicht zu einem tatsächlichen Rückgang der Auftragsforschung kam. Die wichtigste Ursache lag vielmehr in Umstrukturierungen bei einigen Großunternehmen, die zu Veränderungen der internen Finanzierungsströme führten.

Struktur des FuE-Dienstleistungsmarkts[11]

Im Jahr 2000 sind in der Industrie FuE-Dienstleistungen in Höhe von EUR 6,1 Mrd. nachgefragt worden. Davon entfielen über EUR 5 Mrd. auf inländische und gut EUR 1 Mrd. auf ausländische Dienstleister (vgl. Abb. 1-4). Der größte Teil der gesamten externen FuE-Ausgaben der Unternehmen floss in den privatwirtschaftlichen Sektor (85 %), 15 % gingen an öffentliche Forschungseinrichtungen.

Abb. 1-4: Der Markt für industrielle FuE-Dienstleistungen in Deutschland 2000 – Anbieterstruktur und -herkunft (%)



Quelle: ifo-Befragung Verarbeitendes Gewerbe 2001.

Knapp ein Fünftel der gesamten Dienstleistungen wurde im Rahmen von **Konzernverbünden** erbracht. Von den Dienstleistungen aus dem **Ausland** stammte sogar über die Hälfte aus konzerneigenen Unternehmen. Damit lässt sich ein Großteil des starken Wachstums der FuE-Dienstleistungen aus dem Wirtschaftssektor und vor allem aus dem Ausland erklären: Die starke Zunahme von Unternehmensakquisitionen und –zusammenschlüssen in den neunziger Jahren hat auch Auswirkungen auf die Organisation der betrieblichen Forschung und Entwicklung gehabt. Die verbundenen Unternehmen haben dabei ihre FuE-Tätigkeit sowohl an den einzelnen Standorten spezialisiert als auch an bestimmte Standorte verlagert. Teilweise gliedern Unternehmen FuE-Aktivitäten auch ohne Zusammenschlüsse in neue oder bestehende Tochterunternehmen aus. Geschieht dies im Ausland, liegen die Motive teilweise auch darin, dass deutsche Unternehmen aus Gründen der Wahrung oder Verbesserung ihrer technologischen Leistungsfähigkeit darauf angewiesen sind, mit ausländischen FuE-Einrichtungen, z. B. in den USA, zusammenzuarbeiten, da auf bestimmten Technologiefeldern weltweit führende FuE-Dienstleister im Inland nicht zur Verfügung ste-

---

[11] Die Angaben beruhen auf einer hochgerechneten Erhebung des ifo-Instituts im Verarbeitenden Gewerbe. Im Bericht des nächsten Jahres soll das **FuE-Dienstleistungsangebot** genauer betrachtet werden.

hen. In der ifo-Befragung gaben 5 % der Unternehmen an, im Zeitraum 1997 bis 2000 interne FuE-Kapazität in eigenständige FuE-Tochterunternehmen verlagert zu haben. 7 % der Unternehmen wollen dies im Zeitraum 2000 bis 2003 in deutsche und 8 % in ausländische Tochterunternehmen tun, was eine signifikante Erhöhung bedeutet. Insgesamt zeigen diese Ergebnisse, dass die internationale Unternehmensverflechtung mittlerweile auch im FuE-Bereich eine hohe Bedeutung erlangt hat.

Wodurch sind die positiven Aussichten begründet? Unternehmenskonzentration und Globalisierung der Industrielandschaft führen dazu, dass sich **konzerninterne FuE-Märkte** bilden, die zwar immer noch stark von der FuE des Mutterunternehmens bedient werden, deren Produktionsstandorte sich aber immer stärker nach Spezialisierungs- und Clustergesichtspunkten ausrichten. Das starke Wachstum der FuE-Ausgaben, die in das Ausland fließen, ist erheblich auf diese strukturellen Entwicklungen zurückzuführen.

Etwa ein Drittel der von Industrieunternehmen nachgefragten Dienstleistungen wird von fremden, **unverbundenen Industrieunternehmen** durchgeführt. Es handelt sich dabei hauptsächlich um **Zulieferunternehmen** und **Lieferanten** von Maschinen und Anlagen. Der relativ hohe Anteil von Industrieunternehmen, die FuE-Dienstleistungen für industrielle Kunden erbringen, ist vor dem Hintergrund von Outsourcingstrategien zu sehen.[12] Viele Unternehmen reduzieren nicht nur ihre Fertigungstiefe, sondern gehen auch dazu über, ihre interne FuE zu konzentrieren und FuE-Aktivitäten von geringerer strategischer Bedeutung auf externe Partner zu verlagern. Dadurch sollten Kosten gesenkt werden, insbesondere sollten die im internationalen Vergleich zu langen Innovationszeiten verkürzt und dadurch die Wettbewerbsfähigkeit gesteigert werden. Von diesen Rationalisierungsstrategien profitierten in der Metall- und Elektroindustrie vor allem industrielle Zulieferunternehmen, die dadurch vermehrt Entwicklungs- und Systemverantwortung übernehmen konnten. Allerdings ist auch der andere Trend zu beobachten: FuE als Vorleistung der Zulieferer wird mit dem Produkt gekauft.

Die Strategie der **Fokussierung auf Kernkompetenzen** ist vor dem Hintergrund einer zunehmenden Kundenorientierung und Leistungsdifferenzierung bei Industriegütern zu sehen. Eine daraus folgende Steigerung der industriellen Innovationstätigkeit, die sich in unverändertem Ausmaß auf interne Ressourcen stützt, würde die Effektivität der innovierenden Unternehmen wahrscheinlich erheblich begrenzen.

Nicht nur bei den industriellen Zulieferern, auch bei den privaten **Dienstleistungsunternehmen** erhöhte sich die Nachfrage nach FuE-Leistungen infolge verstärkter Auslagerungsstrategien. Bedeutende Auftraggeber sind hierbei insbesondere die Pharmaindustrie und ebenfalls die Automobilindustrie. Neben der direkten Produktentwicklung gehören dabei auch Test-, Mess- und Prüfleistungen, Analytik, Versuchsdurchführung, Simulationen, Chip-Design und Softwareentwicklung zu den Leistungen der FuE-Dienstleister. Insgesamt vereint dieser Anbietertyp ebenfalls ein Drittel der Nachfrage auf sich, wobei deutliche Unterschiede zwischen inländischen und ausländischen Dienstleistern bestehen. Der Großteil der Nachfrage bleibt im Inland. Während unter den inländischen Anbietern die Dienstleistungsunter-

---

[12] Vgl. z. B. die Sektorstudie zum Automobilbau im letztjährigen Bericht.

nehmen einen Marktanteil von 38 % haben, stammen ausländische FuE-Leistungen nur zu 13 % von Dienstleistungsunternehmen. Dies zeigt, dass die internationale Lieferverflechtung der deutschen Industrie mit ausländischen Dienstleistungsunternehmen noch nicht so ausgeprägt ist wie mit ausländischen Industrieunternehmen.

Im Bereich der öffentlichen FuE-Dienstleister entfiel mit über 8 % der relativ größte Anteil auf die **Hochschulen**. Dabei konnten von der inländischen Nachfrage auch ausländische Hochschulen profitieren. Betrachtet man nur die inländischen FuE-Anbieter, so wird deutlich, dass Deutschland neben den Hochschulen über eine beachtliche **außeruniversitäre FuE-Infrastruktur** verfügt, die als Industriepartner zur Verfügung steht und von den Unternehmen auch genutzt wird. Insgesamt konnten im Jahr 2000 diese Einrichtungen unter den inländischen Anbietern rund 7 % der externen FuE-Ausgaben der Industrie bei sich verbuchen. Damit fließt ein beachtlicher Anteil dieser Industrieausgaben in den außeruniversitären Forschungssektor. Die Vielfalt des FuE-Kooperationsangebots in Deutschland ist ein außergewöhnlicher Vorteil.

Ausblick

Die bisherige positive **Marktentwicklung** dürfte sich auch in Zukunft fortsetzen. Die Unternehmen in der Industrie werden ihre Strategie der Kernkompetenzen weiterhin auch im FuE-Bereich beibehalten und noch weiter ausbauen. 24 % der Unternehmen haben im Zeitraum 1997 bis 2000 zunehmend FuE-Aufträge an fremde Auftragnehmer im Inland vergeben. Für den Zeitraum 2000 bis 2003 wollen 26 % der Unternehmen vermehrt mit inländischen und 9 % mit ausländischen Dienstleistern zusammenarbeiten. Für das Jahr 2001 planten die Firmen eine Steigerung ihrer gesamten externen FuE-Ausgaben gegenüber 2000 von knapp 6 %. Im Jahr 2002 wollen gut 28 % der Unternehmen ihre externen FuE-Ausgaben erhöhen und nur 17 % wollen diese senken.

Ein weiterer Wachstumsfaktor auf den FuE-Märkten ist die wachsende Bedeutung integrativer Innovationen, deren Nutzen erst aus der Kombination verschiedenartiger Technologien (Technologiefusion) entsteht. Zudem ist zu beobachten, dass für die Erarbeitung grundlegend neuer Innovationen zunehmend die Nutzung **wissenschaftlichen Grundlagenwissens** erforderlich ist. Ist das benötigte Wissen im Unternehmen intern nicht vorhanden und kann oder soll intern nicht verfügbar gemacht werden, bleibt nur die Beschaffung von außen. In diesen Fällen sind häufig nicht die dabei entstehenden Kosten, sondern der schnelle Zugang zum relevanten Wissen der limitierende Faktor. Öffentliche Forschungseinrichtungen sind vor allem bei der Beschaffung von grundlegendem Wissen und der Bereitstellung von wissenschaftlich-technischen Geräten von besonderer Bedeutung. Die Befragungsergebnisse zeigen aber auch, dass diese bei der Integration komplementären Know-hows, d. h. beim Transfer neuer Technologien in die Produktentwicklung eine wesentliche Funktion ausüben.

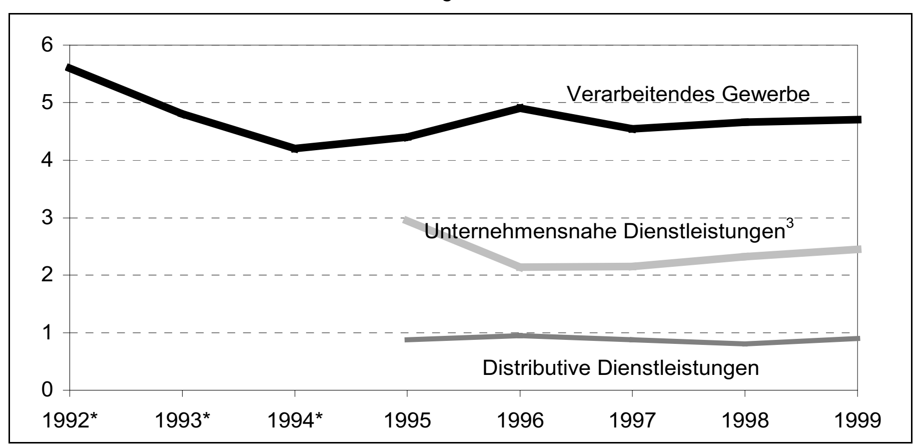
1.1.4 Innovationsverhalten der deutschen Wirtschaft

Innovationen stellen die Umsetzung von neuem Wissen, neuen Technologien und von Impulsen des Marktes oder der Wissenschaft in neue Angebote am Markt (Produktinnovationen) und neue Formen der Leistungserstellung in den Unternehmen (Prozessinnovationen) dar. Das Innovationsverhalten wird dabei nicht nur vom verfügbaren Wissen der Unterneh-

men, sondern auch entscheidend von den Umfeldbedingungen beeinflusst (Marktstrukturen, Beziehungen zu Kunden, Lieferanten und Wettbewerbern, Verfügbarkeit von geeigneten Kooperationspartnern usw.). Diese Bedingungen können Unternehmen zu Innovationen stimulieren und Impulse für Neuerungen geben sowie helfen, Zugang zum erforderlichen Wissen zu bekommen. Das Umfeld kann sich positiv auf die Effizienz des Innovationsprozesses auswirken, es kann sich aber auch als Hemmfaktor herausstellen.

- Der **Anteil** der innovierenden Unternehmen hat in Deutschland gegen Ende der 1990er Jahre Rekordzahlen erreicht – in der Verarbeitenden Industrie wie im Dienstleistungssektor. Erfreulicherweise haben sich Klein- und Mittelunternehmen relativ intensiv in den Innovationswettbewerb eingereiht (allerdings deuten die vorläufigen Zahlen für 2000 auf eine Veränderung der Entwicklung hin; vgl. Kapitel Aktuelle Entwicklungen). Was für fast alle Großunternehmen gang und gäbe − und in den forschungsintensiven Industrien geradezu Pflicht – ist, ist auch für Klein- und Mittelunternehmen von Jahr zu Jahr mehr zu einer Selbstverständlichkeit geworden, nämlich im Zeitraum von drei Jahren auf mindestens ein Innovationsprojekt zurückblicken zu können. Dies mag im Gegensatz zur Beobachtung stehen, dass die FuE-Beteiligung stark nachgelassen hat. Dabei ist jedoch in Rechnung zu stellen, dass der Innovationsbegriff nicht so scharfen Abgrenzungskriterien unterliegt wie FuE. Der Innovationsdruck − und damit die Innovationstätigkeit − hat also in der Breite stark zugenommen. Er hat vor allem zu einem ständigen Fluss neuer Produkte geführt; Innovatoren sind praktisch in fast jedem Fall **„Produktinnovatoren“**. Entscheidungen über **Verfahrensänderungen** in der Produktion werden eher von Fall zu Fall getroffen. Von daher ergibt sich eine gewisse Unstetigkeit im Prozessinnovationsverhalten.

Abb. 1-5: Innovationsintensität im Verarbeitenden Gewerbe und im Dienstleistungssektor 1992-1999 – Innovationsaufwendungen[1)] in % des Umsatzes[2)]



Quelle: ZEW/FhG-ISI: Mannheimer Innovationspanel. - Berechnungen des ZEW.
* Dienstleistungssektor erst ab 1995 erfasst. [1)] in Unternehmen ab 5 Beschäftigte
[2)] Umsatz aller Unternehmen ab 5 Beschäftigte (d. h. inkl. nicht-innovativer Unternehmen) [3)] ohne Banken und Versicherungen

- In der im Jahre 2001 durchgeführten Befragung über das Innovationsjahr 2000 hat sich herausgestellt, dass die Zahl der Innovatoren wohl doch nicht beliebig steigerbar ist. Offensichtlich ist eine Obergrenze erreicht (vgl. Kapitel Aktuelle Entwicklungen).
- Trotz der stark gestiegenen Aufmerksamkeit, die im Unternehmenskalkül nunmehr den Innovationen gewidmet wird, sollte folgendes nicht unbeachtet bleiben: Der Anteil der **Innovationsaufwendungen** am Umsatz hat sich kaum erhöht (Abb. 1-5), am ehesten noch in den unternehmensnahen Dienstleistungen. Gewisse Aufholeffekte in den letzten

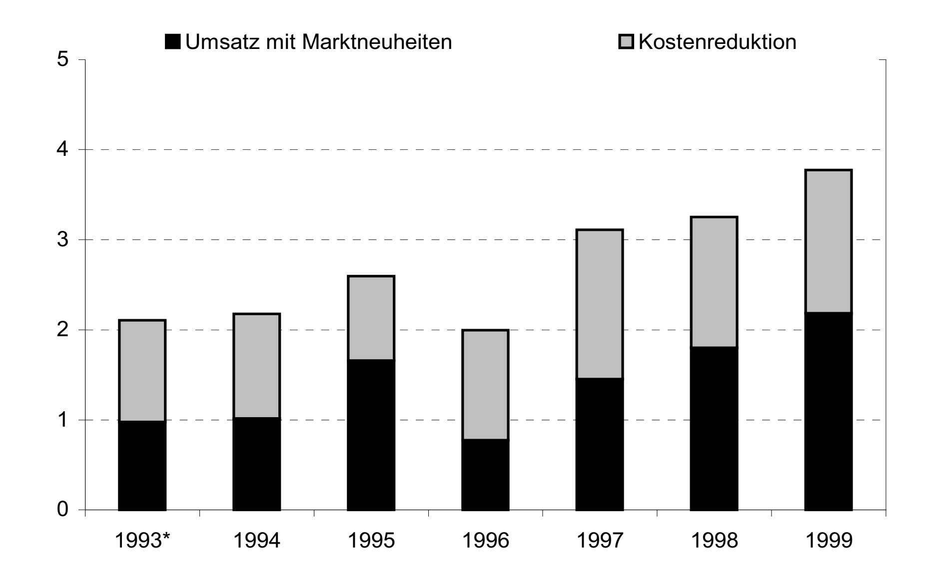
Jahren haben noch nicht dazu geführt, dass das Niveau der frühen 1990er Jahre erreicht werden konnte. Diese Beobachtung stimmt auch mit den FuE-Daten überein. Gestiegene Innovationsneigung und eher nachlassende Innovationsausgaben sind auch kein Paradoxon. Sie deuten vielmehr an, dass die Innovationsprojekte enger zugeschnitten werden. Der in kurzer Frist erzielbare ökonomische Erfolg steht eher im Vordergrund als großvolumige Zukunftsinvestitionen. Dies gilt insbesondere für Kleinunternehmen.

- Die Verbreiterung der Innovationsaktivitäten auf der einen Seite und − erleichtert durch den Aufschwung der zweiten Hälfte der 1990er Jahre − die deutlich schnellere Erneuerung des Sortiments in den Unternehmen auf der anderen Seite haben zu einem stark steigenden **Umsatzanteil** mit neuen Produkten geführt (43 % waren es im Jahre 1999 in der Verarbeitenden Industrie). Die Produktlebenszyklen für Industriegüter nehmen kontinuierlich ab. Besonders stark erneuerte Sortimente verbuchen technologieintensive Sparten aus Industrie und Dienstleistungssektor.
- Aus gesamtwirtschaftlicher Sicht ist besonders bedeutsam, dass immer mehr Unternehmen (ein Drittel) gleichzeitig mit originären **Marktneuheiten** schöne Erfolge feiern konnten (mittlerweile 8½ % des Umsatzes in der Industrie). Der Anteil der Imitationen unter den Produktinnovationen nimmt ab. Dieser Trend hat sein Korrelat in den relativ stark gestiegenen FuE-Aufwendungen insbesondere der Großunternehmen.
- Parallel dazu waren mit Innovationsprojekten immer stärkere **Kostensenkungseffekte** verbunden: Im Jahre 1999 konnten 7½ % der Kosten durch Prozessinnovationen eingespart werden. Vergleichend betrachtet haben die Industrieunternehmen mit ihren Innovationsprojekten allerdings in der zweiten Hälfte der 1990er Jahre insgesamt wieder relativ mehr Erfolg auf den Absatzmärkten erzielen können als es − vielleicht konjunkturell bedingt − auf der Kostenseite erforderlich war.

Alles in allem betrachtet hat die **Effizienz von Innovationsaktivitäten** im Anschluss an die Rezession Anfang der 1990er Jahre deutlich zugenommen: Steigende Innovationserfolge auf der Kosten- und Absatzseite standen in einem sehr guten Verhältnis zu den für Innovationen eingesetzten Mitteln (Abb. 1-6). Es ist nicht ganz klar, inwieweit hier konjunkturelle Effekte oder stärker auf kurzfristige Umsetzungserfordernisse bedachte Innovationsstrategien oder gar tatsächliche „Produktivitätssteigerungen" eine Rolle spielen. Hinsichtlich der Effizienz des Innovationsprozesses gibt es bei Kleinunternehmen – die z. T. auch noch geringere „Übung" haben und zu einem projektbezogenen Innovationsverhalten neigen – deutliche Rückstände gegenüber erfahrenen Großunternehmen. Vor allem im Dienstleistungssektor profitieren Großunternehmen bei Innovationsaktivitäten von Skalenvorteilen.

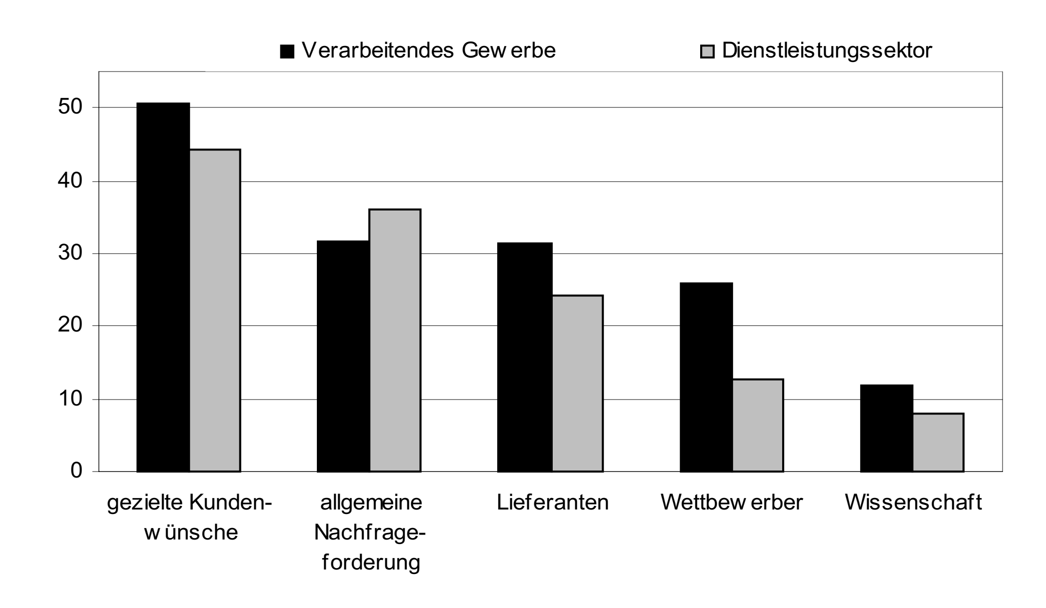
Natürlich erhalten die meisten Unternehmen ihre **Impulse** für Informationen von den Absatz- und Beschaffungsmärkten bzw. aus einem Vergleich mit Wettbewerbern (Abb. 1-7). Die Marktorientierung der Innovatoren ist für das Innovationstagesgeschäft eigentlich selbstverständlich. Dennoch gibt es eine beachtliche Zahl von technologiegetriebenen Innovatoren (rund jedes achte Unternehmen), die aus der Verwertung von Ergebnissen der wissenschaftlichen Forschung entweder zu Innovationsprojekten inspiriert werden oder bei der Realisierung auf diese Erkenntnisse zurückgreifen. An diesen Zahlen allein darf man den Beitrag der Wissenschaft zum Innovationsgeschehen natürlich nicht messen, denn wichtig ist auch folgende Beobachtung: Die Bedeutung der Wissenschaft für das

Abb. 1-6: Effizienz der Innovationsaktivitäten im Verarbeitenden Gewerbe 1993-1999, differenziert nach Art des Innovationserfolgs – Höhe des Innovationserfolgs[1)] zur Höhe der Innovationsaufwendungen[2)]



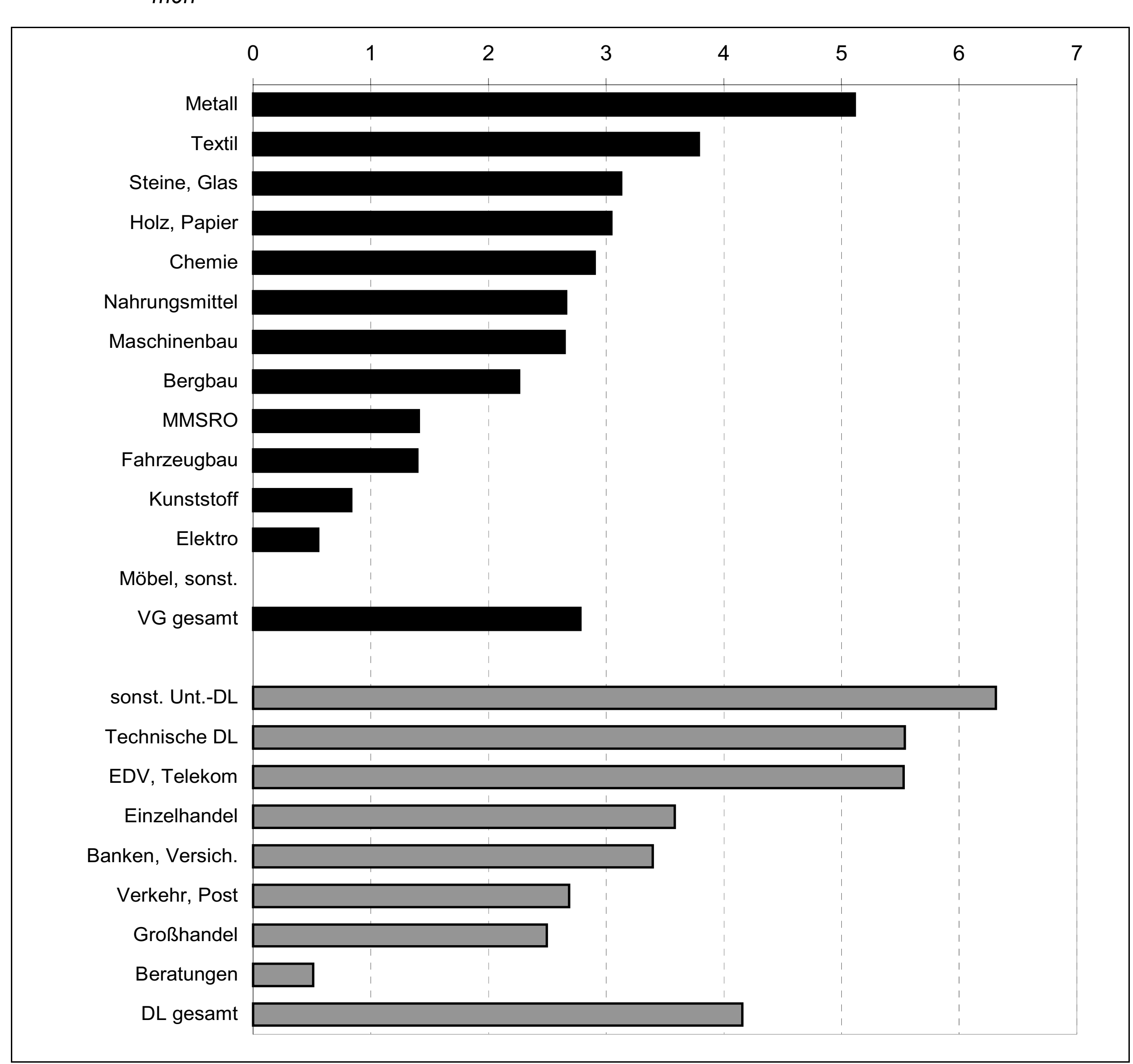
Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel, Statistisches Bundesamt. - Berechnungen des ZEW. 1) Umsatz mit Marktneuheiten sowie reduzierte Kosten durch Prozessinnovationen in Preisen von 1995 (Umsatz deflationiert mit dem Großhandelspreisindex, Kosten deflationiert mit dem Erzeugerpreisindex laut Statistischem Bundesamt, Berechnungen auf Basis von 13 Branchengruppen des Verarbeitenden Gewerbes). 2) durchschnittliche jährliche Innovationsaufwendungen im vorangegangenen Dreijahreszeitraum bei einem time-lag von 0,5 Jahren, in Preisen von 1995 (laufende Innovationsaufwendungen deflationiert mit dem Index der Bruttomonatsverdienste im Produzierenden Gewerbe, investive Innovationsaufwendungen deflationiert mit dem Preisindex für Ausrüstungsinvestitionen der Bruttoanlageinvestitionen laut VGR). * Umsatz mit Marktneuheiten nicht erhoben, Wert interpoliert aus Angaben für 1992 und 1994.

Abb. 1-7: Nutzung externer Innovationsquellen im Verarbeitenden Gewerbe und im Dienstleistungssektor 1998 – Anteil der Innovationsquellennutzer[1)] an allen innovierenden Unternehmen in %



Quelle: ZEW/FhG-ISI: Mannheimer Innovationspanel. - Berechnungen des ZEW. 1) Unternehmen, denen im Zeitraum 1996 bis 1998 zumindest eine Innovation erst durch die Nutzung der entsprechenden Quelle ermöglicht wurde.

Abb. 1-8: Anteil der Nicht-Innovatoren[1)] auf Grund externer Innovationshemmnisse[2)] – in % aller Unternehmen



Quelle: ZEW/FhG-ISI, Mannheimer Innovationspanel. - Berechnungen des ZEW. 1) Unternehmen, die im Zeitraum 1996 bis 1998 weder ein neues bzw. merklich verbessertes Produkt angeboten noch neue oder merklich verbesserte Prozesse/Verfahren eingesetzt haben. 2) Mangel an Finanzierungsquellen, mangelnde Kundenakzeptanz, Gesetzgebung und rechtliche Regelungen/Normen, Mangel an Fachpersonal, lange Verwaltungs-/Genehmigungsverfahren, fehlende Marktinformation, fehlende technologische Information.

Innovationsgeschehen nimmt mit dem Neuheitscharakter der Innovationen zu. Gleichzeitig zeigt sich, dass durch wissenschaftliche Erkenntnisse angeregte Innovationsprojekte vielfach zu den erfolgreicheren gehören.

Auf von außen an die Unternehmen herangetragene Impulse – seien sie über die Marktforschung oder über die FuE-Abteilungen vermittelt – reagieren Unternehmen aus forschungsintensiven Industrien meist besonders empfindlich. Sie beäugen schärfer die Konkurrenz, arbeiten intensiver mit Lieferanten zusammen, halten engeren Kontakt zu Ergebnissen aus Wissenschaft und Forschung und setzen die Kundenwünsche – vielfach aus dem wissensintensiven Dienstleistungssektor – intensiver in Innovationen um.

Trotz aller Begeisterung, mit der die Unternehmen in den Umfragen Innovationsaktivitäten melden: Die Projekte verlaufen vielfach nicht reibungslos, sondern sehen sich einer Reihe von **Hemmnisfaktoren** in den Umfeldbedingungen gegenüber, die von Zeit zu Zeit und von Branche zu Branche unterschiedliche Wirkungen entfalten (können). Fehlende Finanzierungsmittel, mangelnde Kundenakzeptanz, Gesetzgebungs-, Verwaltungsverfahren und Mangel an Fachpersonal haben am häufigsten dazu geführt, dass Innovationsprojekte gar nicht erst begonnen oder abgebrochen wurden. Fehlende Markt- und technische Informationen gelten daran gemessen viel seltener als Engpassfaktor im Innovationsgeschäft. Im allgemeinen kann man sagen, dass der Dienstleistungsbereich von Hemmnissen weitaus gravierender betroffen ist als die Industrie. Dies gilt insbesondere für Finanzierung, Bürokratie und Fachpersonalmangel. Besonders scharf betroffen von Innovationshemmnissen sind forschungs- und wissensintensive Wirtschaftszweige, also gerade die „Avantgarde“. Gleichzeitig ist dies jedoch Trost: Denn aus diesen Sektoren rekrutieren sich auch Innovationsprojekte, die erfolgreich umgesetzt werden können.

Dennoch zählt sich in der Verarbeitenden Industrie jedes achte Unternehmen, das über von außen wirkende Hemmnisfaktoren klagt, zu den Nichtinnovatoren (Abb. 1-8). Auf die Industrie insgesamt bezogen sind dies knapp 3 % aller Unternehmen; dieser Anteil hat seit Mitte der 1990er Jahre leicht zugenommen. Im Dienstleistungssektor verzichtet gar jedes fünfte Unternehmen, das sich Innovationshemmnissen ausgesetzt sieht, ganz auf Innovationsprojekte; das sind immerhin 4½ % aller Dienstleistungsunternehmen. In diesem Sinne wirken Innovationshemmnisse durchaus prohibitiv. Diese Wirkung sollte nicht unterschätzt werden, gerade mit Blick auf die in den letzten Jahren hinzugekommenen jungen, kleinen und mittelgroßen Innovatoren. Die innovationspolitische Aufgabe besteht vor allem darin, die Unternehmen durch stabile, innovationsfreundliche Rahmenbedingungen zu einem kontinuierlichen Innovationsverhalten anzuregen. Denn in der Industrie ist der Anteil der „verhinderten Innovatoren“ unter den Unternehmen noch bis 1998 leicht gestiegen.[13] Der Dienstleistungssektor war in dieser Hinsicht widerstandsfähiger: Hohe Wachstumserwartungen und verbesserte Rahmenbedingungen bei der Finanzierung von Innovationen und Gründungen haben zumindest bis dato die Probleme der Verfügbarkeit von Fachkräften etwas zurückgedrängt. In der Industrie hat dieser Hemmfaktor – hinter dem Faktor Bürokratie – zu einem Verlust an innovativen Unternehmen beigetragen.

1.1.5 Marken als Innovationsindikator

Marken gehören wie Patente, Gebrauchsmuster oder Geschmacksmuster zu den registrierten gewerblichen Schutzrechten. Bei Marken geht es im Wesentlichen darum, die Bezeichnung von Waren oder Dienstleistungen zu schützen, um eine klare Unterscheidung gegenüber den Angeboten anderer Unternehmen zu sichern. Andere Aspekte wie z. B. eine Garantie- und Vertrauensfunktion gegenüber dem Kunden spielen ebenfalls eine Rolle. Marken wurden lange Zeit gegenüber Patenten als nachgeordnetes Schutzrecht betrachtet. In den 1990er Jahren hat sich jedoch die Zahl der Markenanmeldungen in Deutschland verdreifacht

---

[13] Aktuellere Erhebungen sind bedauerlicherweise nicht verfügbar.

und mittlerweile ein Niveau von etwa 90.000 Anmeldungen p. a. erreicht, womit Marken eine erheblich gestiegene Bedeutung zukommt.

Auch wenn bei Markenanmeldungen formal das **Kriterium** der Neuheit keine Rolle spielt, ist doch davon auszugehen, dass sie vor allem für neue Produkte und Dienstleistungen registriert werden. Ein wichtiger Unterschied zu Patentanmeldungen ist, dass bei Marken neben den (innovierenden) produzierenden Unternehmen auch Handelsunternehmen als maßgebliche Anmeldergruppe auftreten, wodurch der unmittelbare Vergleich zwischen den Sektoren erschwert wird. Es ist anzunehmen, dass Marken – im Vergleich zu Patenten – eher auf inkrementelle Neuerungen zielen und damit eine andere Gruppe von innovativen Unternehmen als bei Patenten erfasst wird. Es stellt sich somit die Frage, ob mit Marken ein breiterer Kreis von innovativen Unternehmen abgedeckt werden kann. Da Marken nicht nur für Produkte, sondern auch für Dienstleistungen angemeldet werden können, geht es vor allem um die Eignung von Markenanmeldungen als Indikator für Innovationen im Dienstleistungsbereich. Da Markenanmeldungen bereits ein halbes Jahr nach dem Anmeldedatum in Datenbanken aufgenommen werden, können sie als sehr aktueller, „marktnaher“ Indikator betrachtet werden.

Die **internationale Vergleichbarkeit** ist hoch, da sich die Markengesetze einander ähneln. Die „Gemeinschaftsmarke“ (EU-Marke) deckt alle EU-Mitgliedsländer ab. Da es sich hier um einen wichtigen Weltmarkt handelt, erfolgen Markenanmeldungen bei den für den internationalen Handel wichtigen Produkten bevorzugt über diesen Weg, was auch für nicht-europäische Länder wie Japan oder die USA gilt.

Die **Markenklassifikation** umfasst 34 Klassen für Produkte und acht Klassen für Dienstleistungen.[14] Auf Grund der relativ groben Klassifikation sind auf der Basis der Markenklassen nur sehr allgemeine Aussagen zur Entwicklung von Markenanmeldungen möglich.[15] Marken beziehen sich besonders häufig auf Konsumgüter mit niedrigem Technologiegehalt, aber breitem Käuferpublikum wie z. B. Lederwaren oder Spielwaren. Investitionsgüter, bei denen ein begrenzter Kreis von Fachleuten als Käufer auftritt, sind bei Marken weniger prominent vertreten. Deshalb ist es für die Nutzung von Marken als Indikator in jedem Falle erforderlich, eine genauere inhaltliche Differenzierung vorzunehmen und die Analyse auf Produktklassen mit einem überdurchschnittlichen Technologiegehalt und Dienstleistungen mit einer überdurchschnittlichen Wissensintensität zu fokussieren.

In den 1990er Jahren zeigen sich besonders hohe **Wachstumsraten** im Bereich „Elektrotechnik/Datenverarbeitung“ sowie bei allen Dienstleistungsklassen. Bei letzteren ist das Wachstum in den Klassen „Werbung/Verwaltung“, „Telekommunikationsdienstleistungen“ sowie „Sonstige Dienstleistungen“ besonders ausgeprägt. Unter „Sonstige Dienstleistungen“ fällt der Gesundheitsbereich aber auch Forschung/Entwicklung, Unternehmensberatung und Dienstleistungen der Datenverarbeitung. Offensichtlich spiegelt sich das zunehmende Dienstleistungsangebot in diesen Bereichen auch in der Markenstatistik wider. Bei den EU-

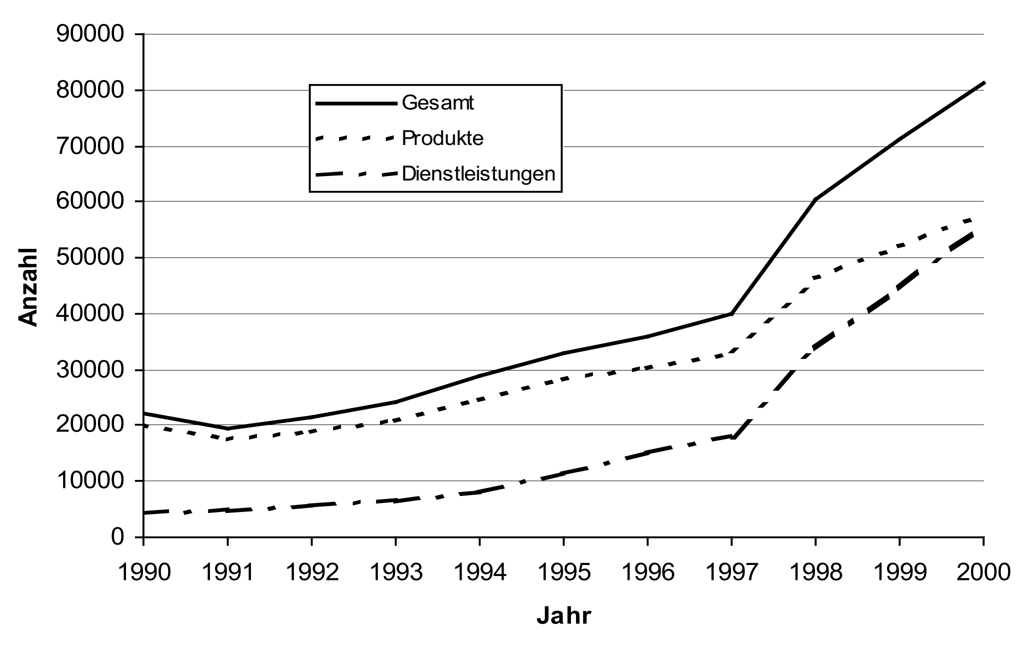
---

[14] Ab 2002 werden drei weitere Dienstleistungsklassen eingeführt. Dabei wird es eine eigene Klasse für wissenschaftliche und technische Dienstleistungen, Forschung sowie Dienstleistungen im Bereich von Computer-Hard- und Software geben.

[15] Allerdings müssen die Anmelder die Waren- und Dienstleistungsbereiche näher spezifizieren, so dass mit Hilfe von Stichwortanalysen eine präzisere Abgrenzung einzelner Teilfelder möglich wäre.

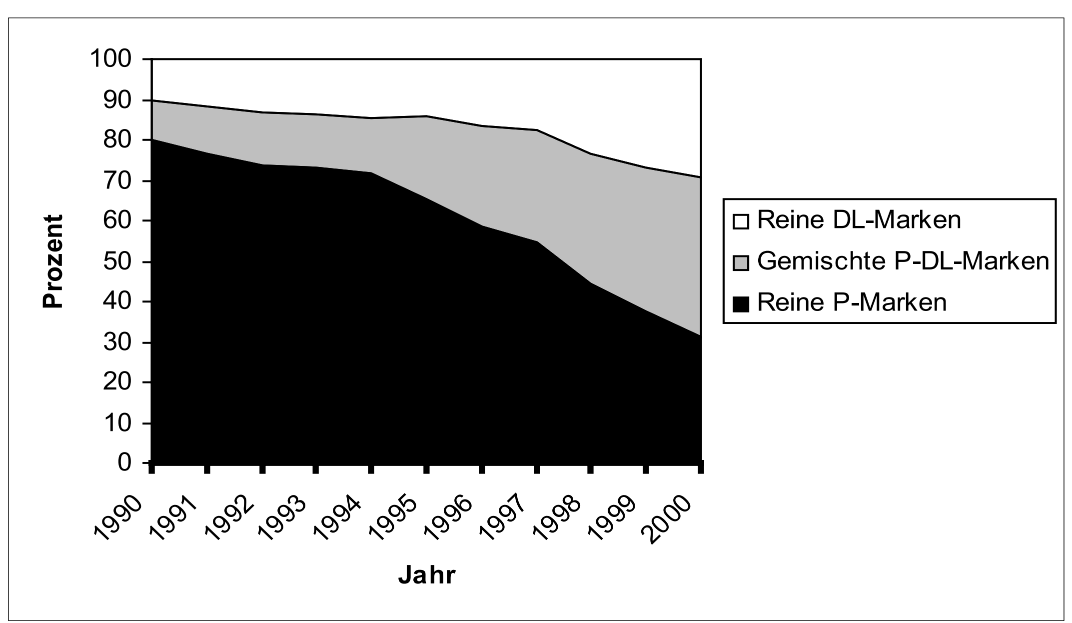
Marken zeigen sich ähnliche Strukturen, jedoch – wegen der geringeren Handelbarkeit – niedrigere Dienstleistungsanteile.

Abb. 1-9: Markenanmeldungen deutscher Herkunft am Deutschen Patent- und Markenamt (DPMA)



Quelle: DMARK; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abb. 1-10: Anteile von Produkt- und Dienstleistungsmarken an den Gesamtanmeldungen deutscher Herkunft am Deutschen Patent- und Markenamt (DPMA)



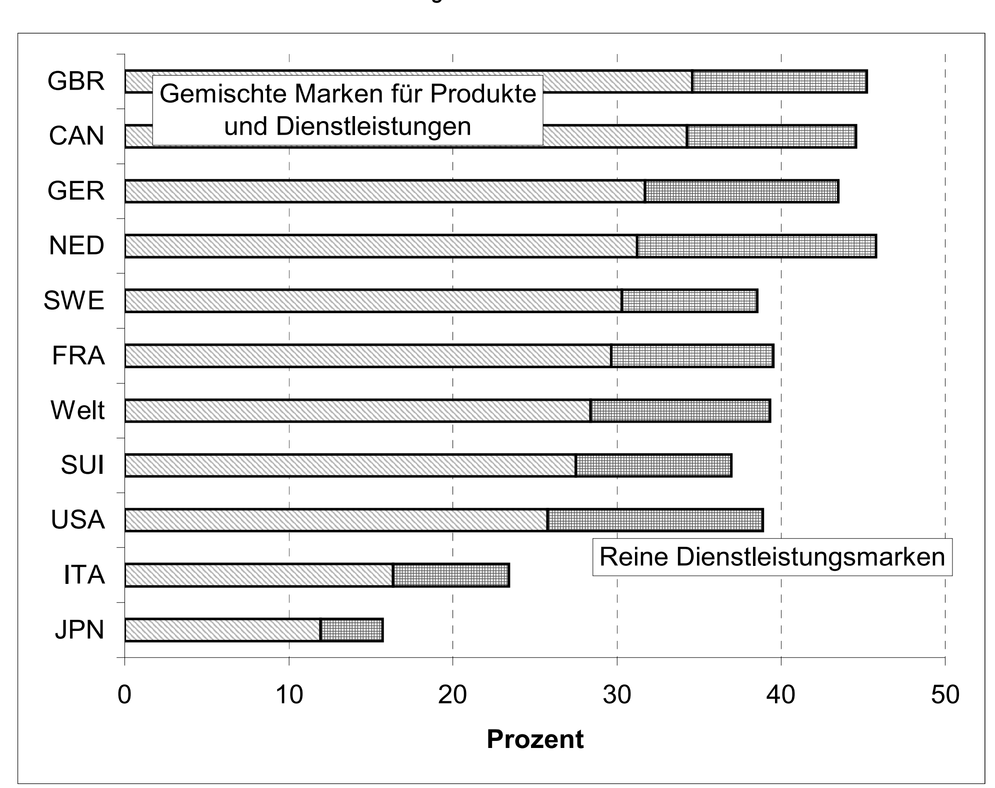
Quelle: DMARK; Berechnungen des Fraunhofer ISI, DL: Dienstleistung, P: Produkt.

Die Anmeldungen von Dienstleistungsmarken haben in den 1990er Jahren sehr viel stärker zugenommen als die von Produktmarken (Abb. 1-9), die mittlerweile das zahlenmäßige Niveau von Produktanmeldungen erreicht. Dies spiegelt den gesamtwirtschaftlichen Sektorstrukturwandel wider, aber auch eine gestiegene Nutzung des Markenschutzes. Auf Grund

der unterschiedlichen Klassifikationssysteme sind Vergleiche von Marken mit anderen Indikatoren allerdings nur dann wirklich aussagekräftig, wenn sie auf spezifisch definierte, äquivalente Teilbereiche bezogen werden. Die Zunahme der Markenanmeldungen in den 1990er Jahren dürfte jedoch auch mit der erhöhten Wettbewerbsintensität auf den Produkt- und Dienstleistungsmärkten in Zusammenhang stehen.

Die Verteilung auf Dienstleistungs- und Produktmarken hat sich in den 1990er Jahren weltweit erheblich verändert, was auch für Deutschland gilt. Bei den Inlandsanmeldungen deutscher Herkunft am DPMA beziehen sich Anfang der 1990er Jahre 80 % aller Anmeldungen ausschließlich auf Produkte und lediglich 10 % ausschließlich auf Marken (Abb. 1-10). Weitere 10 % werden gleichzeitig für Produkte und Dienstleistungen angemeldet.[16] Seitdem hat sich der Anteil der reinen Dienstleistungsmarken auf 30 % erhöht, während sich der Anteil der reinen Produktmarken auf 30 % erheblich reduziert hat. Noch stärker als die reinen Dienstleistungsmarken sind die gemischten Anmeldungen für Produkte und Dienstleistungen gewachsen und haben ein Niveau von 40 % erreicht. Dieses Ergebnis zeigt die zunehmende Integration von Dienstleistungsangeboten in das verarbeitende Gewerbe; produktbegleitende Dienstleistungen sind zu einem wesentlichen Faktor des Wettbewerbs geworden.

Abb. 1-11: Anteile von Dienstleistungsmarken an allen EU-Markenanmeldungen eines Landes (2000) geordnet nach dem Anteil der gemischten Marken



Quelle: CTMARK; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

[16] Bei Marken gibt es einen großen Überschneidungsbereich bei Produkten und Dienstleistungen (vgl. auch Abb. 1-10). Dieses ist darauf zurückzuführen, dass eine Marke für mehrere Klassen gleichzeitig angemeldet werden kann, und zwar für Produkt- und Dienstleistungsklassen.

Der Dienstleistungsbereich wird in jedem Falle unzureichend erfasst, wenn ausschließlich reine Dienstleistungsanbieter betrachtet werden. Die zunehmende Bedeutung von Dienstleistungsmarken lässt sich auch damit erklären, dass in dem früher eher „konservativen" Dienstleistungssektor Innovationen im Sinne einer Einführung neuer „Produkte" in den Markt eine zunehmende Rolle spielen. Bei Dienstleistungsmarken treten vor allem innovative Teilsektoren besonders hervor.

Ein **internationaler Vergleich** der Strukturen lässt sich am besten mit Hilfe von EU-Marken ziehen. Insgesamt hat Deutschland danach im Bereich der Dienstleistungsinnovationen mittlerweile zum internationalen Stand aufgeschlossen.[17] Nach dem Anteil von Dienstleistungen an allen Markenanmeldungen befindet sich Deutschland zusammen mit den Niederlanden, Großbritannien und Kanada in der Spitzengruppe noch vor den USA, die als besonders dienstleistungsintensiv gelten (Abb. 1-11). Die strukturellen Unterschiede zwischen Deutschland und den USA beruhen in erster Linie auf einem stärkeren Engagement deutscher Anmelder im Bereich der gemischten Marken für Produkte und Dienstleistungen. In Bezug auf die USA ist allerdings zu berücksichtigen, dass es bei EU-Marken um höherwertige Angebote auf dem internationalen Markt geht. Im Inland haben auch in den USA wenig wissensintensive Dienstleistungsangebote ein höheres Gewicht.

1.2 Fundament Bildung

Die Produktion und die Diffusion von „Wissen" nimmt weltweit kontinuierlich zu. Angebots- und Nachfrageeffekte überlagern sich:

- Zum einen werden immer stärker höhere Qualifikationen von Unternehmen **nachgefragt**, denn neue Technologien erfordern neues Wissen und Fertigkeiten. Zudem beschleunigt das schnelle Wachstum der Informationstechnologie die Verbreitung des Wissens und des technischen Fortschritts in Wirtschaftszweige und neue Volkswirtschaften.
- Zum anderen hat das **Angebot** an gut ausgebildeten Erwerbspersonen zugenommen. Die weltweite und in den 1990er Jahren in vielen Ländern noch verstärkte „Bildungsexpansion" hat seit Jahrzehnten durchgängig zu einem Anstieg des Ausbildungsstandes der Erwerbsbevölkerung geführt.

Beides hat enorme Konsequenzen für die Beschäftigungs- und Qualifikationsstrukturen in der Wirtschaft und damit für die Anforderungen an die Bildungspolitik. Diese Trends setzen auch die Erwerbspersonen unter Zugzwang: „Lebenslanges Lernen" und berufliche Weiterbildung werden immer wichtiger, um den Stand des Wissens halten zu können. Des weiteren ist eine hohe Qualifikation meist auch Grundvoraussetzung für eine selbstständige Tätigkeit in wissens- und forschungsintensiven Wirtschaftszweigen, und diese wiederum für die Gründung technologie- und wissensorientierter Unternehmen.

Auch wenn im Berichtszeitraum die Ergebnisse der **PISA-Studie** (OECD 2001a) viel Wirbel, Zustimmung und überraschend schnelle Wellen mit Verbesserungsvorschlägen ausgelöst

[17] Mit einer feineren Differenzierung werden in Zukunft genauere Aussagen insbesondere im Hinblick auf wissensintensive Dienstleistungen möglich sein.

haben,[18] kann es nicht Aufgabe der Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit sein, die Problemzonen des deutschen Bildungssystems zu behandeln. Auch kann man den Thesen in der Bildungsdiskussion zustimmen, dass Bildung mehr sein muss als berufsqualifizierende Aus-, Fort- und Weiterbildung. Insoweit allerdings die dargelegten Mängel allgemeine Lernfähigkeiten betreffen, wirken sie sich schon auf den Erwerb technologischen Wissens und höherer Qualifikationen aus, die in unserem Zusammenhang von Wichtigkeit sind. Denn die Bildungsinstitutionen leisten neben ihrer sozial-integrativen Funktion einen entscheidenden – wenngleich indirekten – Beitrag zu Produktivität, Innovation und Wohlfahrt. In zukünftigen Berichten sollte daher der Zusammenhang zwischen Bildung und technologischer Leistungsfähigkeit einer tiefergehenden Analyse zugeführt werden.

1.2.1 Qualifikationsbedarf der wissensintensiven Wirtschaft

Im letztjährigen Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit wurde dem **Arbeitsmarkt für Hochqualifizierte** in Deutschland besonderes Augenmerk geschenkt. Auch wenn der neue Markt inzwischen etwas abgeflaut und die Datumsumstellung am Jahrtausendwechsel schon Geschichte ist, wird sich das im vergangenen Jahr analysierte Fachkräfteproblem im informationstechnischen Bereich – obschon entschärft – innerhalb eines Jahres nicht in Luft aufgelöst haben. Die Strukturen ändern sich schon deswegen langsam, weil neueingeschriebene Studierende dem Arbeitsmarkt erst Jahre später zur Verfügung stehen. Eine aufwendige Darstellung der Sachverhalte ist daher in diesem Jahr entbehrlich. Wie stellt sich der Qualifikationsbedarf der wissensintensiven Wirtschaft dieses Jahr im Überblick dar?

Die fortschreitende Ausrichtung der Erwerbsarbeit auf höherwertige berufliche Qualifikationen wird nicht nur durch den technologischen und organisatorischen Wandel vorangetrieben, sondern zusätzlich durch den sektoralen Strukturwandel begünstigt. Denn meist können diejenigen Wirtschaftszweige die Beschäftigung leichter ausdehnen, die besonders wissens- und forschungsintensiv produzieren. Dies kann für die jüngere Vergangenheit auch im internationalen Vergleich am Beispiel der Länder in der EU nachgewiesen werden; am überzeugendsten für die Erwerbstätigen mit akademischer Ausbildung.[19]

Deutschland im Vergleich

Im Jahre 2000 hatten in der EU insgesamt rund 13 % der in der gewerblichen Wirtschaft beschäftigten Personen eine **akademische Ausbildung**.

- In forschungsintensiven Industrien, wo insbesondere Lebens-, Naturwissenschaftler und Ingenieure benötigt werden, lag der entsprechende Anteil bei knapp 11 % (Tab. 1-4), in forschungsärmeren Industrien bei knapp 4 %. Hieran wird das Qualifikationsgefälle zwischen den Sektoren deutlich.
- In wissensintensiven Dienstleistungsbereichen verfügten zwei von zehn Beschäftigten über einen akademischen Abschluss, in weniger wissensintensiven Dienstleistungszwei-

[18] Wirklich neu ist nichts an den PISA-Ergebnissen; auch der letzte Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit hatte ähnlich argumentiert. „Die maßgeblichen Gründe für die schwachen Schülerleistungen sind bekannt, die schulpolitische Schweigespirale hat sie nur nicht zum Gemeingut im öffentlichen Diskurs werden lassen.“ (Kraus 2002, S. 76).

[19] Berufsgruppe ISCO 2. ISCO ist das Kürzel für die internationale Berufsklassifikation.

gen waren es immerhin noch 13 % und damit mehr als in den forschungsintensiven Industrien. Der **Dienstleistungssektor** ist also in jeder Beziehung eine treibende Kraft für den zusätzlichen Bildungs- und Qualifikationsbedarf.

- Innerhalb der EU wird ein deutliches Nord-Süd-Gefälle sichtbar: Die insgesamt höchsten Akademikerquoten zeigen sich in Finnland und Belgien/Luxemburg (18 %), in Schweden, den Niederlanden und Großbritannien (gut 16 %). Mit einer kräftigen Bildungsoffensive hat Irland (15 %) Anschluss an die Spitzengruppe gewonnen. Dänemark und Deutschland liegen im EU-Schnitt.

Tab. 1-4: Akademikerbeschäftigung in der EU 1995-2000*

	Anteil der Akademiker 2000 in %			Veränderung der Akademikerbeschäftigung 1995-2000** in % p.a.			Veränderung der Beschäftigung insg.
Länder	insgesamt	Forschungsintensive Industrie	Wissensintensive Dienstleistungen	insgesamt	Forschungsintensive Industrie	Wissensintensive Dienstleistungen	1995-2000 in % p.a.
GER	12,7	12,6	18,2	2,4	3,9	5,7	0,3
GBR	16,1	14,4	24,6	3,1	4,1	4,7	1,3
FRA	10,5	11,3	14,6	1,5	1,8	2,1	1,2
ITA	10,3	3,1	18,6	2,8	9,3	6,8	1,0
NED	16,6	11,0	22,7	6,7	2,0	10,7	3,0
SWE	16,7	9,6	20,3	5,0	-4,0	6,8	0,0
FIN	18,9	16,7	31,1	6,0	11,0	6,2	3,3
DEN	13,0	10,5	15,6	1,9	0,1	5,4	0,9
ESP	11,5	6,7	25,0	6,7	6,9	8,6	3,7
GRE	12,0	9,0	27,9	2,1	4,2	2,6	0,6
POR	6,6	4,8	20,2	1,3	3,0	5,9	2,1
BEL-LUX	18,4	9,5	30,8	2,5	-4,2	5,4	1,7
AUT	9,6	5,0	13,9	2,0	6,7	3,6	0,0
IRL	15,1	11,5	28,2	6,0	6,1	7,7	5,7
EU-15	**12,9**	**10,6**	**20,6**	**3,1**	**3,5**	**5,4**	**1,3**
EU-15 ohne GER	**12,9**	**9,6**	**21,3**	**3,3**	**3,2**	**5,3**	**1,6**

Quelle: Eurostat, Sonderauswertungen des Community Labour Force Survey. - Berechnungen des NIW.
* Akademische Berufe (ISCO-88, Gruppe 2).

Jedes Land spielt seine speziellen Stärken aus:

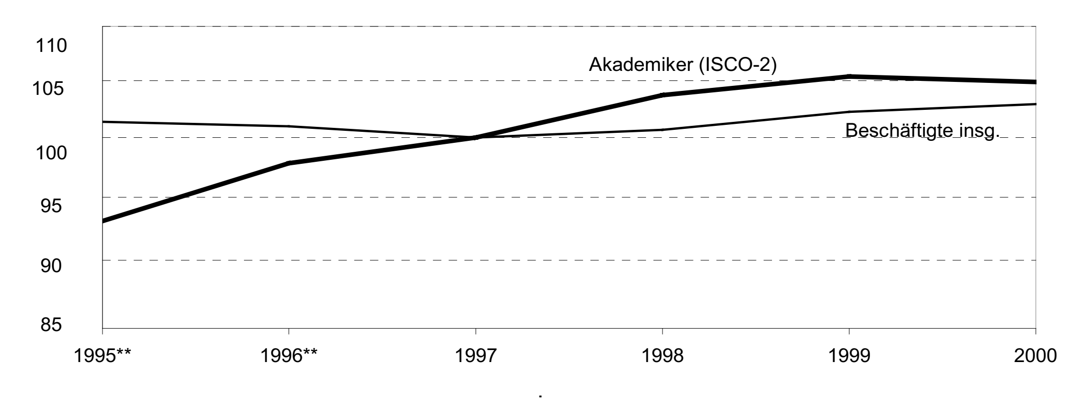
- Lediglich Finnland, Irland, Großbritannien und die Niederlande setzen sowohl in der forschungsintensiven Industrie als auch im wissensintensiven Dienstleistungssektor auf einen überdurchschnittlich hohen Einsatz von Akademikern.
- Deutschland und Frankreich produzieren außerdem in der forschungsintensiven Industrie überdurchschnittlich akademikerintensiv.

Im Aufschwung der zweiten Hälfte der 1990er Jahre (Abb. 1-12) hat die **Akademikerbeschäftigung** in der EU beinahe durchgängig im Schnitt mit einer Zuwachsrate von 3 % p. a. und damit stärker zugenommen als die Gesamtbeschäftigung (1,3 %). Die Wissensintensivierung der europäischen Wirtschaft schreitet kontinuierlich voran; in den forschungs- und wissensintensiven Wirtschaftszweigen naturgemäß mit einer besonderen Dynamik.

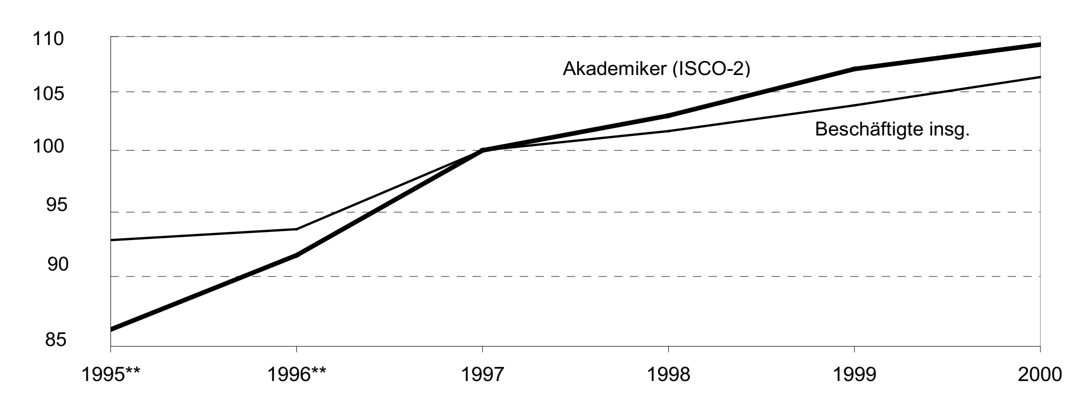


Abb. 1-12: Entwicklung der Akademikerbeschäftigung in Deutschland und der EU – 1997 = 100*

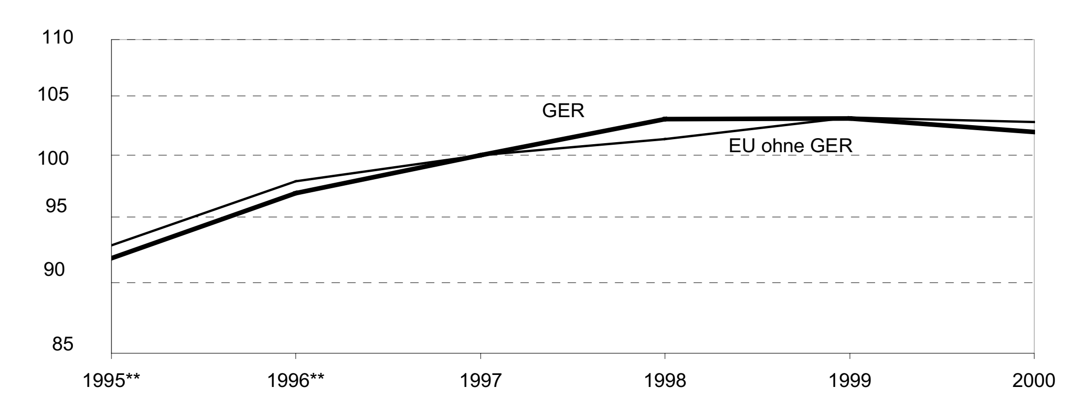
Dtl.



EU ohne Dtl.



Akademikerquote[1]



Quelle: Eurostat, Sonderauswertungen des Community Labour Force Survey. - Berechnungen des NIW.
*) Akademische Berufe (ISCO-88, Gruppe 2). 1) Anteil der Akademiker an den Gesamtbeschäftigten.

Zwischen den einzelnen Ländern sind allerdings teilweise erhebliche Unterschiede zu beobachten. Die insgesamt höchsten Zuwachsraten bei der Akademikerbeschäftigung werden wiederum „im Norden“ erreicht (Finnland, Schweden, Niederlande), danach in den am weitesten fortgeschrittenen „Aufhol-Ländern“, z. B. Irland. Alle anderen Länder folgen mit deutlichem Abstand. In einigen Ländern, z. B. in Schweden und den Niederlanden, konzentriert sich die Akademisierungswelle nicht nur auf die forschungs- und wissensintensiven Sektoren, sondern erfasst die Breite der Wirtschaft.

In Deutschland ist die Akademikerbeschäftigung im EU-Vergleich mit 2½ % p. a. zwar unterdurchschnittlich gestiegen (Tab. 1-4), aber **per saldo** verfügen hier alle zusätzlich in der Gewerblichen Wirtschaft zwischen 1995 und 2000 eingesetzten Erwerbstätige über einen akademischen Abschluss. Insofern hat der Akademisierungsgrad trotz Knappheit zugenommen, und dies in vergleichbarem Umfang mit Finnland, Schweden und den Niederlanden. Insgesamt befindet sich Deutschland im Hinblick auf die **Akademikerquote** etwa im EU-Mittel, im einzelnen zeigen sich jedoch Unterschiede:

- Der deutsche Qualifizierungsvorsprung konnte in der **forschungsintensiven Industrie** in der zweiten Hälfte der 1990er Jahre ausgebaut werden. Interessanterweise gilt dies jedoch nicht für den Automobilbau, der seine Mitbewerber um hoch qualifizierte Beschäftigte im Inland zwar weiter hinter sich lassen, das Akademisierungstempo im übrigen Europa jedoch nicht mithalten konnte. Die Zunahme des Akademikereinsatzes ging in einer Reihe von forschungsintensiven Industrien in Deutschland mit einer Ausweitung der Gesamtbeschäftigung einher. Dies unterstützt die These, dass die Schaffung von zusätzlichen hoch qualifizierten Arbeitsplätzen in der Regel auch neue Beschäftigungsmöglichkeiten für weniger qualifizierte Personen mit sich bringt.
- Trotz leicht überdurchschnittlicher Zuwachsraten bleiben die Akademikerquoten im deutschen **wissensintensiven Dienstleistungssektor** immer noch hinter dem Standard im übrigen Europa zurück. Selbst wenn man berücksichtigt, dass sich hinsichtlich der Vergleichbarkeit der akademischen Abschlüsse im Gesundheitswesen Probleme ergeben könnten, hat dieser Befund Bestand. Lediglich im Kultursektor und in der Nachrichtenübermittlung werden in Deutschland überdurchschnittlich viele Akademiker eingesetzt. Besonders hoch sind die Qualifizierungsprofilunterschiede bei Finanzdienstleistungen. Der geringe Einsatz von hoch qualifizierten Erwerbstätigen mag u. a. ein Grund für die nachlassende Wettbewerbsfähigkeit und den zügigen Arbeitsplatzabbau in Deutschland sein. Auch bei unternehmensorientierten und Datenverarbeitungsdiensten, also den häufig als „strategisch“ bezeichneten Zweigen, hat Deutschland noch Akademisierungsrückstände. In der Datenverarbeitung sind Ansätze zu beobachten, durch eine vergleichsweise zügige Akademisierung die Vorteile anderer Länder auszugleichen.

Gerade mit Blick auf den in Gang gesetzten Aufholprozess bei Datenverarbeitungsdienstleistungen ist die aktuelle Akademikerknappheit zu einem denkbar ungünstigen Zeitpunkt gekommen. Es gibt auch keinen Hinweis darauf, dass sich der vergleichsweise schwächere Zuwachs hoch qualifizierter Beschäftigter in Deutschland in kurzer Frist ändern wird. Sowohl der Anteil derjenigen Personen an den jungen Erwerbspersonen, die einen Abschluss im Tertiärbereich anstreben, als auch derjenigen, die eine solche Ausbildung erfolgreich abgeschlossen haben, ist in Deutschland im EU-Vergleich niedrig.[20]

Dies gilt besonders für junge **Frauen**, die mit Studierendenanteilen von 20 % (an der Alterskohorte 20-29 Jahre) in Europa vor einiger Zeit noch weit hinten lagen. Die Differenz scheint in jüngster Zeit zusammenzuschmelzen. Während in Europa im allgemeinen die Tertiärabsolventenquoten bei Frauen höher sind als bei Männern, ist es in Deutschland umgekehrt.

[20] Ferner gilt es zu bedenken, dass die im vergangenen Jahr teilweise stark gestiegenen Studienanfängerzahlen erst nach 2004 auf einen dann nach heutigem Ermessen noch immer sehr aufnahmefähigen Arbeitsmarkt eintreten werden. Umfragen haben einen Akademikerbedarf im informationstechnischen Bereich bis Ende 2002 von 200.000 Personen ermittelt. Dem stehen gerade einmal 22.000 Absolventen (bis Ende 2002) gegenüber (ZEW 2001). Die meisten Unternehmen dürften ihre Engpässe weiterhin durch Überstunden zu bewältigen suchen.

Zudem zeigt sich bei natur- und ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen eine besonders niedrige Beteiligungsquote.

Es stellt sich im Übrigen die Frage, an welcher Stelle die Akademikerknappheit in Deutschland tatsächlich und im Schwerpunkt wirkt. Knappheit an hoch qualifizierten Erwerbspersonen trifft nicht nur die Innovationsfähigkeit der Wirtschaft, sondern auch die Leistungsfähigkeit von Schulen, Hochschulen und Forschungseinrichtungen und damit das **Fundament** der internationalen Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft. Offensichtlich fehlt es jedoch nicht an (wissenschaftlichen) Spitzenqualifikationen – nimmt man die Indikatoren zur Leistungsfähigkeit des Wissenschaftssystems zum Maßstab. Vielmehr dürften eher im mittleren Segment der Hochqualifizierten mit Produktions- und Innovationskompetenz Defizite zu suchen sein. Diese Kompetenzebene ist insbesondere zur Diffusion von Innovationen bei Klein- und Mittelunternehmen und im Handwerk erforderlich. Dies bedeutet, dass stärker an der betrieblichen Praxis ausgerichtete Ausbildungsgänge an Berufsakademien, Fachschulen und Fachhochschulen auszuweiten sind, damit wissenschaftliche Erkenntnisse schneller in Innovationen und Arbeitsplätze umgesetzt werden können.

Angebotsausweitung: z. B. Gleichstellungspolitische Innovationen und Zuwanderungspolitik

Qualifiziertes Personal ist ein entscheidender Faktor für Wachstum, Innovation und internationale Wettbewerbsfähigkeit. Deutschland hat jedoch seit Jahren Schwierigkeiten, den steigenden Bedarf an (hoch-)qualifizierten Erwerbspersonen für Innovationsprojekte aus eigener Kraft zu decken. Angesichts der demografischen Entwicklung werden sich diese Schwierigkeiten schon in absehbarer Zeit deutlich verschärfen. Deutschland kann es sich nicht leisten, innovative Potenziale brach liegen zu lassen. Dies bedeutet: Es müssen alle Anstrengungen unternommen werden, um vorhandenes inländisches Arbeitskräftepotenzial zu nutzen und – soweit erforderlich – ausländisches Arbeitskräftepotenzial zu erschließen.

Das Qualifikationspotenzial von **Frauen** auszuschöpfen, gebietet sich nicht nur auf Grund der in bestimmten regionalen und berufsfachlichen Teilarbeitsmärkten bestehenden und sich verstärkenden Arbeitskräfteknappheit, sondern vor allem auch deshalb, weil durch die gängigen Verhaltensweisen Innovations- und Wachstumschancen vergeben werden. Erstrebenswert wäre ein weiteres Annähern der – im internationalen Vergleich – sehr niedrigen Frauenerwerbsquote an diejenige der Männer, wie dies in Skandinavien bereits annähernd erreicht ist. Als positiver Nebeneffekt einer höheren Erwerbsbeteiligung von Frauen ergibt sich ein steigender Bedarf an Personal in **personenbezogenen Dienstleistungen**. Gerade dieser Sektor bietet vielfach Beschäftigungsmöglichkeiten für Personen mit geringeren Qualifikationserfordernissen, die in der Regel am stärksten von Arbeitslosigkeit betroffen sind. Dort weist Deutschland auch die größten Arbeitsplatzdefizite auf (Abschnitt 1.3.2).

Die vielfältigen Qualifikationsressourcen von Frauen umfassend auf dem Arbeitsmarkt einzusetzen, schafft nicht nur zusätzliche Beschäftigungsmöglichkeiten, sondern verbessert gleichzeitig die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Unternehmen. In der Wirtschaft sind nur 17½ % des FuE-Personals weiblich, unter den hier beschäftigten Akademikern nur knapp 10 %. Die Daten streuen allerdings sehr stark über die Branchen: In der Chemischen Industrie sind vier von neun FuE-Stellen mit Frauen besetzt (unter den hier beschäftigten

Akademikern eine von drei), im Maschinenbau allerdings nur 12 % (gut 5 % unter den Wissenschaftlern).[21]

Die im Rahmen der **Green-Card-Initiative** zur Deckung des Fachkräftebedarfs in der Informationstechnik vereinbarten Maßnahmen beruhen auf zwei Säulen.

- Sie sind schwerpunktmäßig mittel- und langfristig angelegt und beziehen sich in erster Linie auf die Verstärkung der Aus- und Weiterbildung von inländischen Fachkräften. Diese Bemühungen müssen unvermindert fortgesetzt werden.
- Kurzfristig bleibt die weitere Zulassung ausländischer Fachkräfte im Rahmen der Green-Card-Regelung, über die bislang schon rd. 10.000 Spezialisten der Informationstechnik angeworben werden konnten, jedoch unverzichtbar. Die Impuls- und Zugpferdwirkung der Green-Card-Initiative auf dem Arbeitsmarkt ist außergewöhnlich hoch.

Überlegungen, es nicht nur bei informationstechnischen Spezialisten zu belassen, sind richtig. Nicht zuletzt die demographische Entwicklung und die daraus resultierenden Folgen für die Innovationsfähigkeit der Gesellschaft machen es allerdings notwendig, in Fortsetzung der Green-Card-Initiative das Thema **Zuwanderung qualifizierter Arbeitnehmer** und Selbstständiger in einem positiven Sinne zu diskutieren. Es sind die Voraussetzungen für eine flexible und unbürokratische Steuerung der arbeitsmarktorientierten Zuwanderung zu schaffen, um weitere innovationshemmende Engpässe auf dem deutschen Arbeitsmarkt zu verhindern. Flexibilität und unbürokratische Steuerung sind deshalb unverzichtbar, weil bereits die bisherige Nachfrage von Unternehmen nach internationalen Fachkräften durch komplexe Motivationen bestimmt ist und sich einem einfachen Erklärungsmuster entzieht (IZA 2001).

In diesem Zusammenhang ist auch eine deutliche Ausweitung des Anteils **ausländischer Studierender** unverzichtbar. Damit könnte auch noch stärker „Bildungsexport“ betrieben werden. Wenn diese Studierenden nach ihrem Abschluss nicht in Deutschland verbleiben sollten, verbessert sich die Basis für Kooperationen zwischen dem Ausland und Deutschland, da eine relativ große Präferenz bestehen dürfte, mit dem Land im späteren Berufsleben in Kontakt zu treten, in dem man ausgebildet wurde.

Hochqualifizientenprognose

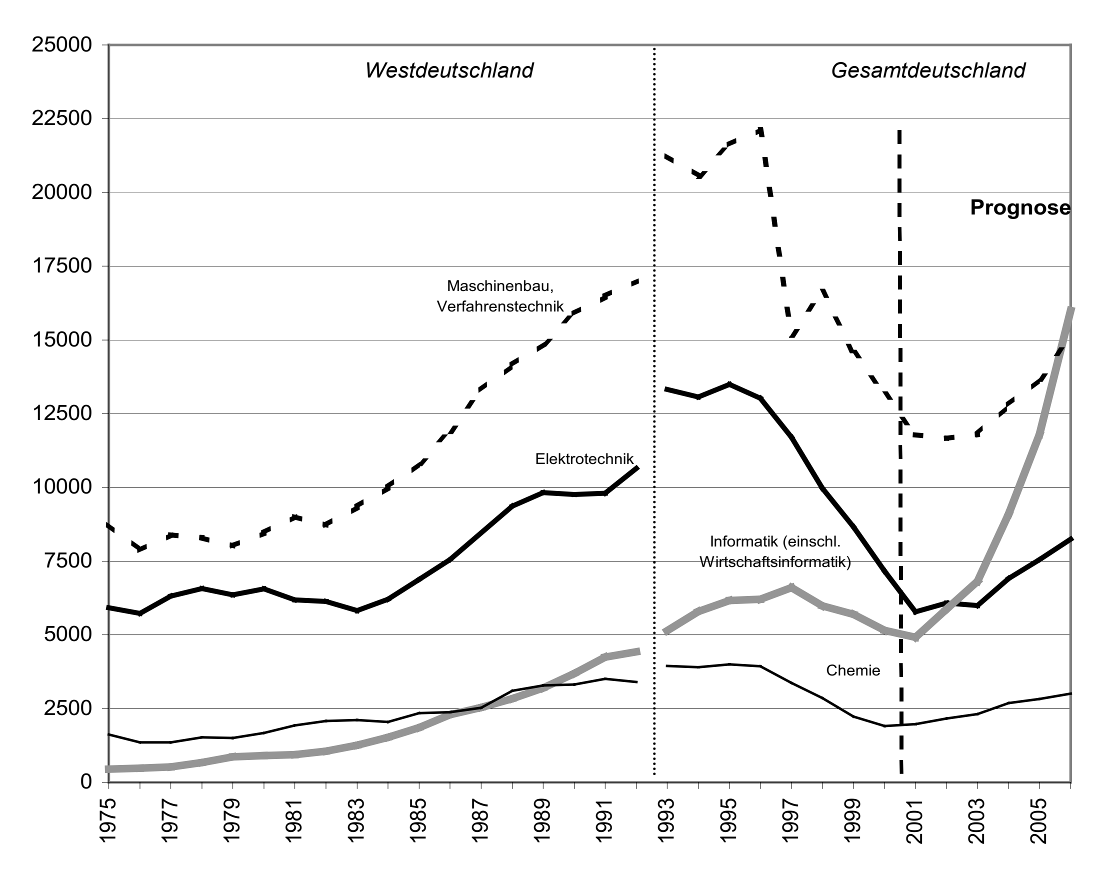
Für die nächsten Jahre wird eine Trendwende bei den erwarteten **Absolventen** in natur- und ingenieurwissenschaftlichen Fächern (Abb. 1-13) prognostiziert. Dennoch wird all dies auf absehbare Zeit nicht reichen. Deshalb muss noch stärker auf die Entwicklung der inneren Potenziale in den Unternehmen – der Humanressourcen auf allen Ebenen – Wert gelegt werden. Besonders erfreulich entwickeln sich die Immatrikulationszahlen und damit die voraussichtlichen Absolventenzahlen im Bereich der Informatik einschließlich der Wirtschaftsinformatik – von niedrigem Niveau aus. Maschinenbau und Elektrotechnik werden hingegen die hohe Zahl von Berufsanfänger aus der Mitte der 1990er Jahre auf absehbare Zeit nicht wieder erreichen. Allerdings vermitteln alle diese Studiengänge eine infor-

---

[21] Die männliche Arbeitskultur, die Frauen von Spitzenpositionen ausschließt, ist auch in außeruniversitären Forschungseinrichtungen inzwischen gut belegt (Matthies 2001).

mationstechnische Grundausbildung und tragen so mittelfristig zum Abbau der Engpässe bei.

Abb. 1-13: Absolventenzahlen in ausgewählten Fachrichtungen in Deutschland 1975-2006 - Absolventen in Diplomstudiengängen an Universitäten und Fachhochschulen, ohne Absolventen von Lehramtsstudien und ohne Doktorabschlüsse



Quelle: Statistisches Bundesamt, Hochschulstatistik, Fachserie 11, Reihe 4.1, 4.2, 4.3.1. - Berechnungen des ZEW.

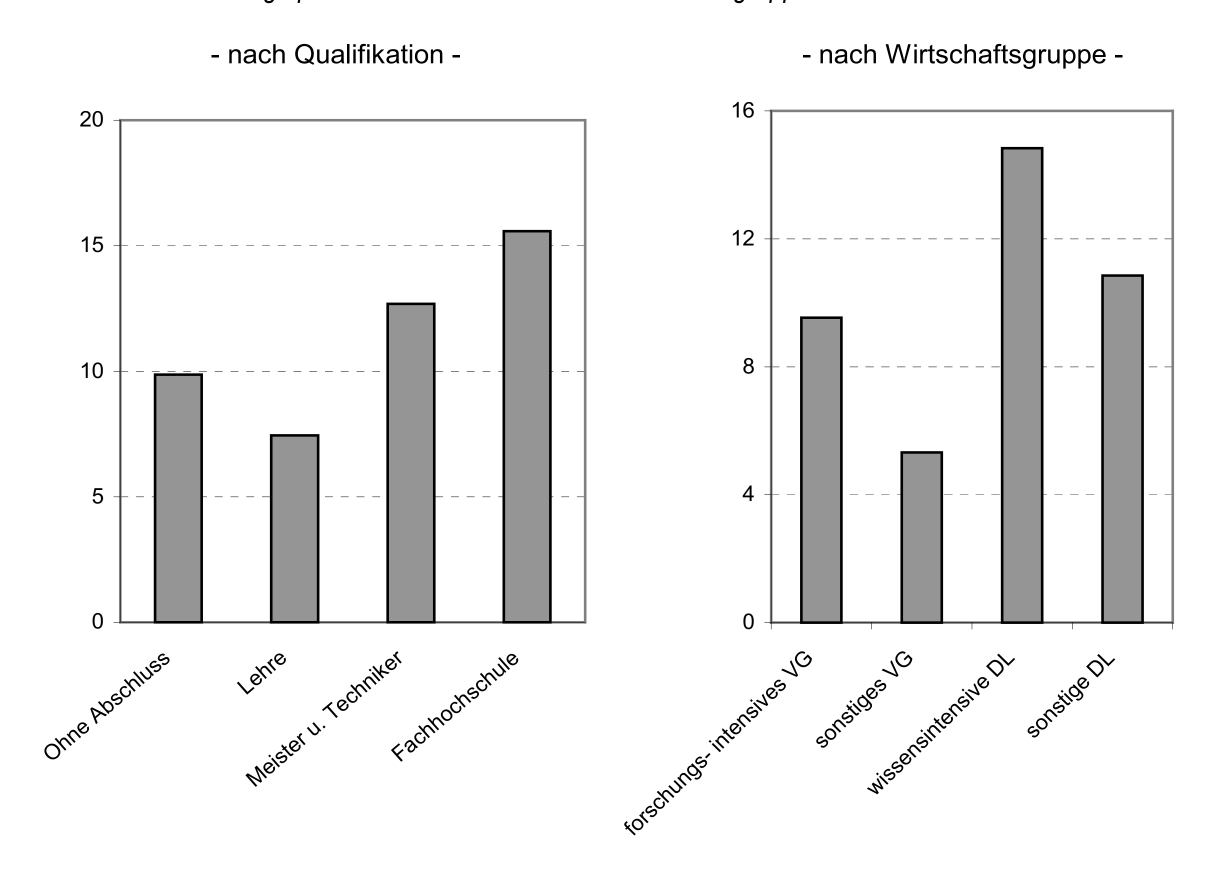
Weiterbildung spielt eine wichtige Rolle. Denn die zumeist vor dem Eintritt ins Erwerbsleben im Rahmen der Erstausbildung erworbene berufliche Qualifikation veraltet im Zuge der technologischen Entwicklung, neue Berufe und Tätigkeiten entstehen. Wissen und Fertigkeiten müssen daher im Laufe des Erwerbslebens durch Weiterbildung auf den neuesten Stand gebracht werden.

1.2.2 Berufliche Weiterbildung: Bestimmungsfaktoren

Das „Abschreiben des Wissens“ betrifft aber nicht nur die Höchstqualifikation. So ist bspw. gerade hinsichtlich des Umgangs mit **älteren Personen** ein Paradigmenwechsel einzuleiten: Ausscheiden aus dem Erwerbsleben bzw. Arbeitslosigkeit war bislang vielfach die gesellschaftliche Antwort auf unangepasste Qualifikationen der Erwerbspersonen. Die gängige Praxis, bereits frühzeitig auf Wissen und Fähigkeiten erfahrener und leistungsfähiger Arbeitskräfte zu verzichten, kann angesichts der spürbaren Knappheit nicht richtig sein. Die Verknappung der Fachkräfte – insbesondere im akademischen Bereich – hat denn auch zumindest in den letzten Jahren zu einer merklichen Absenkung der Arbeitslosigkeit von Hochqualifizierten geführt.

Dennoch macht diese Erfahrung noch einmal deutlich, dass eine permanente Aktualisierung des für Innovationsprozesse erforderlichen Wissens die richtige Antwort ist – nicht nur für die älteren unter den Arbeitnehmern. Ungefähr 10 % der Erwerbstätigen nehmen in Deutschland jährlich an beruflichen Weiterbildungsmaßnahmen teil, wobei die Teilnahmequoten jeweils von einer Reihe sozioökonomischer, betrieblicher und beruflicher Merkmale abhängen.[22]

Abb. 1-14: Weiterbildungsquote nach Qualifikation und Wirtschaftsgruppe



Quelle: Mikrozensus 1997. - Berechnungen des ZEW.

- Zum einen zeigen sich z. B. zwischen den **Bundesländern** z. T. deutliche Unterschiede, was mit unterschiedlichen Bildungsurlaubsregelungen oder Tarifverträgen zusammenhängen mag. Auffällig ist, dass sich – nach Geschlecht betrachtet – die Weiterbildungsbeteiligung in Ostdeutschland sehr viel stärker auf Frauen konzentriert als in Westdeutschland.
- Weiterbildung nimmt zum anderen mit dem bereits erreichten formalen **Qualifikationsniveau** zu (Abb. 1-14): Unter den Hochschulabsolventen sind anteilsmäßig doppelt so viele Weiterbildungsteilnehmer wie unter den Personen mit Lehrabschluss oder ohne abgeschlossene Berufsausbildung. Dabei spielt der Berufsabschluss in der Industrie für das Weiterbildungsverhalten eine erheblich größere Rolle als im Dienstleistungsbereich.

---

[22] Die Analysen leiden darunter, dass nur „organisiertes Lernen“ statistisch erfasst wird. Unterweisung am Arbeitsplatz, Einarbeitung bei technischen oder organisatorischen Umstellungen, Job Rotation oder gar selbstgesteuertes, informelles Lernen bleibt somit außer Betracht.

Allerdings liegen die Weiterbildungsquoten in den Dienstleistungssektoren typischerweise deutlich höher als in der Industrie.

- Die Weiterbildungsquote ist bei **Teilzeit**- höher als bei **Vollzeit**beschäftigten; Selbstständige nehmen seltener an Weiterbildungsmaßnahmen teil als abhängig Beschäftigte. Eine gewichtige Ausnahme stellen die wissensintensiven Dienstleistungssektoren dar: Dort sind Selbstständige weiterbildungsaktiver.
- Mit zunehmender **beruflicher Erfahrung** nimmt die Weiterbildungswahrscheinlichkeit ab, sie ist bspw. nach 20 Berufsjahren weniger als halb so hoch wie nach zehn Jahren („Gesetz der abnehmenden Restarbeitszeit“); lediglich im forschungsintensiven Sektor der Industrie nimmt der Weiterbildungsbedarf nicht ganz so schnell ab. Umgekehrt steigt die Beteiligung ab einer gewissen Dauer der Betriebszugehörigkeit.
- Ferner ist zu bemerken, dass die **Wissensintensität** des Sektors deutlich zu Buche schlägt: Die Beschäftigten in forschungs- und wissensintensiven Wirtschaftszweigen bilden sich jeweils überdurchschnittlich häufig weiter. Interessanterweise ist gerade im wissensintensiven Dienstleistungsbereich kaum eine Differenzierung zwischen den beruflichen Abschlüssen zu erkennen. Weiterbildung betrifft hier alle Berufe, die Dynamik der Wissensintensivierung überragt alles.
- Die **Betriebsgröße** spielt eine große Rolle, denn in allen Sektoren bilden sich die in größeren Unternehmen tätigen Personen deutlich häufiger weiter als in Kleinunternehmen. Dies mag mit den betrieblichen Funktionen und damit mit den betriebsbedingten Qualifikationserfordernissen zusammenhängen, die sich in größeren Betrieben stärker differenzieren als in Kleinbetrieben. Aber auch die höhere personelle Flexibilität von Großbetrieben, Mitarbeiter für Weiterbildung abstellen zu können, ohne dadurch den Betriebsablauf zu beeinträchtigen, kann diese Unterschiede erklären.

Weiterbildung ist zu einem großen Teil als „Ersatzinvestition“ notwendig, um den Wissensstand aktuell zu halten. Die **zentrale** Rolle für Berufs-, Bildungs- und Innovationsfähigkeit spielt jedoch die **Erstausbildung**. Mangelnde ökonomische Verwertbarkeit von Wissen und mangelnde Qualität der Erstausbildung können über Weiterbildung nur sehr kostspielig korrigiert werden. Es ist an dieser Stelle anzuerkennen, dass zwei Drittel der deutschen Investitionsgüterbetriebe Facharbeiter ausbilden. Wie eine Umfrage in der Produktionsinnovationserhebung (Kinkel et al. 2001) ergeben hat, fällt eine facharbeiterintensive Produktion mit überdurchschnittlicher Ausbildungsintensität zusammen. Betriebe, die auf Qualität oder Innovation im Wettbewerb setzen und damit besonders auf qualifizierte Beschäftige angewiesen sind, sind allerdings nur im durchschnittlichen Maße zur Ausbildung bereit.

Lebenslanges Lernen und berufsbegleitende Weiterbildung über Anpassungsqualifizierung hinaus gehören zu den unbestrittenen Grundbotschaften zur Erhaltung der Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft. Gemessen an den weitreichenden Erfordernissen der Wissensgesellschaft bleibt die Teilnahme an beruflicher Weiterbildung in Deutschland jedoch deutlich hinter der in vergleichbaren anderen Ländern zurück.[23]

Beklagt werden geringe Transparenz, fehlende integrierte Abschlüsse oder Zertifikate (Anerkennung) und mangelnde Durchlässigkeit des (Weiter-)Bildungssystems. Einerseits sind Qualifizierungszeiten in den Arbeitsalltag zu integrieren (z. B. durch Rückgriff auf Arbeits-

---

[23] Vgl. Ochel (2001).

zeitguthaben). Darüber hinausgehend sind jedoch Lern- und Arbeitszeiten über die Lebens(arbeits-)zeit der Erwerbspersonen neu zu verteilen. Letztlich geht es um die Verknüpfung von Arbeiten, Lernen und Innovieren.

1.2.3 Selbstständigkeit: Bestimmungsfaktoren

Selbstständige gelten als **Hoffnungsträger** für Wachstum, Innovation und Beschäftigung. Vor allem in den forschungs- und wissensintensiven Wirtschaftszweigen lebt der Wettbewerb und die technologische Dynamik oftmals von den neuen Ideen und Impulsen, die von Selbstständigen ausgehen. Neue Geschäftsideen und neue Unternehmungen bringen Innovationen auf den Markt und fordern etablierte Unternehmen heraus. Ein günstiges Klima für Selbstständigkeit und eine Bereitschaft der Erwerbstätigen, den Schritt in die Selbstständigkeit zu wagen, sind von daher auch wichtige Aspekte der technologischen Leistungsfähigkeit (siehe hierzu Kapitel 9).

In den 1990er Jahren hat die Zahl der Selbstständigen um 600 Tsd. **zugenommen**; 10 % der Erwerbstätigen sind mittlerweile selbstständig. Zu einem großen Teil ist hierfür der Trend zur Dienstleistungswirtschaft verantwortlich zu machen; insbesondere in seinen wissensintensiven Bereichen ist die Selbstständigenquote sehr hoch. Aber auch die gestiegene Erwerbsbeteiligung von Frauen, das höhere Bildungsniveau und die – vor allem durch die Mikroelektronik – erweiterten Möglichkeiten, die optimale Betriebsgröße herabzusetzen, haben zusätzliche Selbstständigkeitspotenziale eröffnet. Nicht übersehen werden darf aber auch ein hohes Maß an **Scheinselbstständigkeit** und der Einfluss verminderter Erwerbsmöglichkeiten: Über Jahre hinweg ist die Selbstständigkeit in Deutschland von Alleinunternehmen gespeist worden, die sich „der Not gehorchend“[24] – und staatlich unterstützt – selbstständig gemacht haben, um Erwerbslosigkeit zu vermeiden. Über 20 % aller Existenzgründungen haben sich in der zweiten Hälfte der 1990er Jahre **aus der Arbeitslosigkeit heraus** rekrutiert.

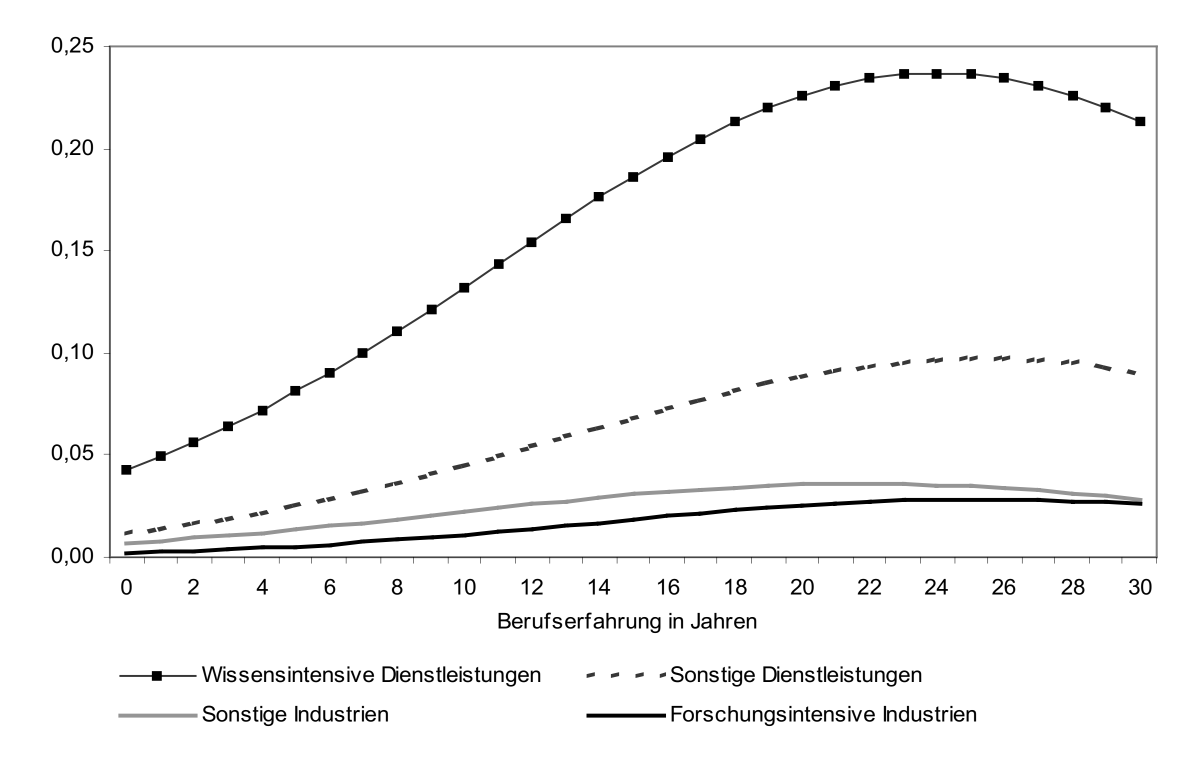
Interessant ist, dass in den traditionellen (weniger forschungsintensiven) Branchen die **Berufserfahrung** der Erwerbstätigen sehr stark deren Neigung zur Selbstständigkeit beeinflusst, während sie in den forschungs- und wissensintensiven Wirtschaftszweigen eher eine kleinere Rolle spielt. Offensichtlich sind die Bedingungen für die Selbstständigkeit in der forschungsintensiven Verarbeitenden Industrie jedoch deutlich instabiler – und damit von den jeweils geltenden Rahmenbedingungen und Anreizen abhängig – als im wissensintensiven Dienstleistungssektor (Abb. 1-15): „Neue“ Selbstständige haben in der Industrie andere Erfahrungsprofile als „alte“ Selbstständige. Allerdings ist zu beobachten, dass sich die Profile der „neuen“ Selbstständigen zwischen den Branchen immer weniger unterscheiden: Die Anforderungen, die an eine selbstständige Erwerbstätigkeit gestellt werden, werden einander immer ähnlicher. Dies mag mit der zunehmenden Angleichung von Produktionsprozessen zusammenhängen (bspw. dem zunehmenden Einsatz von Informationstechnologie in Industrie und Dienstleistung) und damit, dass sich auch die Wissens- und Qualifikationserfordernisse angleichen. So kann berufliche Erfahrung heutzutage leichter durch höhere

---

[24] Dieser Anteil ist in Deutschland überdurchschnittlich hoch (GEM 2001). In den USA ist der Anteil der Personen, deren primäres Motiv für die Gründung das Ausnutzen einer guten Gelegenheit ist, deutlich größer.

berufliche Qualifikation ersetzt werden als früher („New Economy-Effekt"). Auch dies erleichtert den frühzeitigen Einstieg in die Selbstständigkeit.

Abb. 1-15: Selbstständigkeit über den Erwerbslebenszyklus bei „Neuen" Selbstständigen – relative Wahrscheinlichkeit



Quelle: Mikrozensus 1997, Schätzwerte auf Basis des multinomialen Logitmodells, Simulationen basierend auf ledigen deutschen Männern mit Universitätsabschluss, die in Zweipersonenhaushalten in Nordrhein-Westfalen in einer Gemeinde mit bis zu 20.000 Einwohnern leben. - Berechnungen des ZEW.

Die formale Qualifikation spielt für die Selbstständigkeit eine große Rolle, allerdings zeigt sich nur für den wissensintensiven Dienstleistungsbereich eine klare Abstufung: Die Wahrscheinlichkeit der Selbstständigkeit nimmt eindeutig mit der Qualität des beruflichen Abschlusses zu. In der forschungsintensiven Industrie liegen jedoch Meister/Techniker vor Fachhochschulabsolventen und Universitätsabgängern – sie erwerben ja auch den großen Befähigungsnachweis gerade deshalb, um sich selbstständig machen und ausbilden zu können. Dort passt eine an der Praxis ausgerichtete Erstausbildung besser zum Selbstständigkeitsprofil als eine rein akademische Ausbildung. Dieser Eindruck bestätigt sich, wenn gezielt nach dem Einfluss der Ausbildung auf die Selbstständigkeit hin untersucht wird: Selbstständige Fachhochschulabsolventen haben ihre Stärken in der forschungsintensiven Verarbeitenden Industrie, Universitätsabgänger im wissensintensiven Dienstleistungsbereich. Nur geringfügig zeichnet sich bei den „neuen" Selbstständigen ab, dass Universitätsabsolventen in der forschungsintensiven Verarbeitenden Industrie künftig höheres Gewicht erlangen werden.

Zusammengefasst (Tab. 1-5): Wissensintensiven Dienstleistungen kommt eine zentrale Rolle zu. In diesem Sektor werden die höchsten Anforderungen an das Qualifikationsniveau des Personals gestellt, gleichzeitig finden sich hier die höchsten Selbstständigenquoten, verbunden mit der Tatsache, dass diese Selbstständigen tendenziell jünger sind als in

anderen Branchen. Der innovatorische Strukturwandel hat im wissensintensiven Dienstleistungssektor größere Chancen.

Tab. 1-5: Selbstständigenquoten bei 18 bis 65 Jahre alten Erwerbstätigen in %

	1991	1993	1995	1996	1997
Forschungsintensive Industrien	2,1	2,9	2,6	2,9	2,9
Sonstige Industrien	6,4	7,2	7,1	7,7	8,0
Wissensintensive Dienstleistungen	13,3	14,4	15,1	15,3	16,5
Sonstige Dienstleistungen	8,2	8,1	8,8	8,9	8,9
Gesamt	7,5	8,2	8,7	9,0	9,4

Quelle: 70-%-Stichprobe des ZEW der Mikrozensen 1991, 1993, 1995, 1996 und 1997; Stichprobe erwerbstätiger Personen im Alter von 18 bis 65 Jahren außerhalb des primären Sektors. - Berechnungen des ZEW.

Im **internationalen Vergleich** der Gründungspotenziale und -aktivitäten schneidet Deutschland recht gemischt ab.[25]

- Einerseits werden Rahmenbedingungen wie Finanzierungsmöglichkeiten und gründungsrelevante Infrastruktur (öffentliche Förderprogramme) durchaus geschätzt.
- Demgegenüber gibt es Defizite in gründungsrelevanten Einstellungen der Bevölkerung zur Selbstständigkeit, Eigeninitiative und Unternehmertum. Etwas verbessert hat sich die gründungsbezogene Aus- und Weiterbildung. Deutschland nimmt in dieser Beziehung jedoch immer noch hintere Ränge ein.
- Schwächen zeigen sich auch bei einer kritischen Selbsteinschätzung der Bevölkerung (Wahrnehmung von Gründungschancen, Angst vor dem Scheitern, relativ pessimistische Zukunftsperspektiven).

Auch wird das weibliche Gründerpotenzial in Deutschland bei weitem nicht ausgeschöpft. Sicherheit geht vor: In Deutschland müssen daher höhere Renditen für Investitionen in die Zukunft bereit gestellt werden, wenn die Risikobereitschaft wieder steigen soll. Einer detaillierten Betrachtung von **Gründungen in ausgewählten Bereichen** der New Economy ist Kapitel 9 gewidmet.

1.3 Dynamik der wissensintensiven Wirtschaft im weltwirtschaftlichen Strukturwandel

Bildung und Wissenschaft, Forschung und Technologie müssen sich auch daran messen lassen, welche Beiträge sie zur gesamtwirtschaftlichen Erfolgsbilanz leisten. Am ehesten spiegelt sich die technologische Leistungsfähigkeit einer Volkswirtschaft dort wider, wo ihre Unternehmen der internationalen Konkurrenz ausgesetzt sind. Die internationale Wettbewerbsfähigkeit ist also die Nagelprobe für die technologische Leistungsfähigkeit der Unternehmen (Abschnitt 1.3.1). Durchsetzungsvermögen im internationalen Maßstab ist gleichzeitig das Sprungbrett zur Umsetzung der durch Bildung, Wissenschaft, Forschung und In-

---

[25] Vgl. GEM (2001).

novationen geschaffenen komparativen Vorteile in Wertschöpfung und Beschäftigung in forschungsintensiven Industrien (Abschnitt 1.3.2). Parallel dazu gewinnen die Dienstleistungen für die gesamtwirtschaftliche Beschäftigung und Wertschöpfung an Bedeutung. Durch eigene FuE-Aktivitäten sowie die Anwendung von Technologien aus dem Industriesektor werden viele Dienstleistungssektoren technologieintensiver. Das Zusammenspiel zwischen Industrie und Dienstleistungen prägt die technologische Leistungsfähigkeit von Volkswirtschaften. Daher werden in die Analyse der Wirtschaftsstrukturen insbesondere auch die wissensintensiven Dienstleistungen miteinbezogen, die direkt oder indirekt die Exportbasis einer hoch entwickelten Volkswirtschaft wie der Bundesrepublik erweitern.

1.3.1 Internationaler Handel mit Technologiegütern

Forschungsintensive Güter sind nach den „Spielregeln“ der internationalen Arbeitsteilung theoretisch das Beste, was hoch entwickelte Volkswirtschaften dem Weltmarkt anbieten können. Denn diese werden im internationalen Wettbewerb vor allem durch Spezialisierung auf Güter und Dienstleistungen mit hohem Qualitätsstandard und technischen Neuerungen auf dem Weltmarkt hinreichend hohe Preise erzielen können, die den inländischen Beschäftigten hohe Realeinkommen und den Anbietern Produktions- und Beschäftigungszuwächse ermöglichen. Bei diesen Gütern kommen die Ausstattungsvorteile hoch entwickelter Volkswirtschaften (hoher Stand technischen Wissens, hohe Investitionen in FuE, hohe Qualifikation der Beschäftigten) am wirksamsten zur Geltung. Sie sind besonders intensiv in den internationalen Handel eingebunden. So kommen in Deutschland die forschungsintensiven Waren inzwischen auf eine Exportquote von 54½ %, bei den nicht-forschungsintensiven Waren beträgt sie ein Viertel.[26]

Die Handelsvolumina

- Der weltweite **Handel** mit forschungsintensiven Waren belief sich im Jahr 1999 auf 2.300 Mrd. $, das sind 55 % des Handels mit Verarbeiteten Industriewaren (Annex A 1-3). 41 % davon waren Spitzentechnologieerzeugnisse. Ebenso wie in den 1970er und 1980er Jahren hat sich der Handel mit forschungsintensiven Waren besonders dynamisch entwickelt, sein Anteil an den verarbeiteten Industriewaren erhöhte sich in den 1990er Jahren um 8 Prozentpunkte, bei der Spitzentechnologie allein um 7 auf gut 22 %, bei der Hochwertigen Technologie allerdings nur um einen Prozentpunkt auf knapp 33 %.
- Weltweit größter **Exporteur** von FuE-intensiven Waren sind die USA (Welthandelsanteil von gut 18 %). Japan und Deutschland liegen mit knapp 13 % zusammen an zweiter Stelle, gefolgt von Frankreich und Großbritannien (je 6½ %) sowie Kanada (4½ %). Nimmt man alle EU-Länder zusammen, dann haben sie auf dem Weltmarkt für Technologiegüter ein den USA fast vergleichbares Gewicht − selbst wenn man den intra-europäischen Warenverkehr außer Acht lässt. Hinsichtlich der **Dynamik** lagen die USA, Finnland, Kanada und Großbritannien weit vorne; sie konnten ihre Exporte in den 1990er Jahren verdoppeln, Deutschland konnte sie hingegen nur um die Hälfte ausweiten.

---

[26] Hierzu eine systematische Bemerkung: Um die Welthandelsstrukturdaten mit den Wirtschaftsstrukturdaten kompatibel zu machen, ist hier eine **wirtschaftszweigbezogene** Kategorisierung der Güter vorgenommen worden (Schwerpunktprinzip). So kann es kommen, dass beim Außenhandel in einzelnen Fällen geringfügige Abweichungen zu den Berechnungen nach der feiner gliederbaren Gütergruppensystematik auftauchen (vgl. NIW u. a., 2000, sowie das Kapitel zu den aktuellen Entwicklungen).

- Über **Importe** wird − als Ergänzung zum inländischen Wissensbestand − Technologie aus dem Ausland bezogen. So gesehen spielen die USA als Importmarkt mit einem Anteil von 22½ % eine noch größere Rolle denn als Exportland. Deutschland liegt an zweiter Stelle (knapp 9 %), profitiert also auch als Nachfrager von der internationalen Arbeitsteilung bei Technologiewaren. Es folgen Großbritannien (7 %), Frankreich (6 %) und Kanada (knapp 5½ %). Insbesondere Japan bleibt mit einem Importanteil von 4½ % − gemessen an Größe, Entwicklungsstand und geografischer Lage − als Technologieimporteur deutlich hinter den Erwartungen zurück, hat aber − knapp hinter den USA − die deutlichste Ausweitung der Importnachfrage zu verzeichnen. Der japanische Markt ist erheblich offener geworden.
- Am **Saldo** von Exporten und Importen bei forschungsintensiven Waren kann man ablesen, ob ein Land über den Warenhandel eher „Technologiegeber“ oder „Technologienehmer“ ist. Diese Salden sind zwar kurzfristig von einem möglichen Konjunkturgefälle zwischen dem In- und Ausland mitbeeinflusst. Für Deutschland gilt jedoch seit langer Zeit, dass der forschungsintensive Sektor der Industrie die Nettoimporte bei Dienstleistungen, Primärgütern und nicht-forschungsintensiven Waren sowie die Nettokapitalexporte finanziert. Deutschland ist hinter Japan der größte „Technologiegeber“, mit großem Abstand gefolgt von Frankreich, der Schweiz, Schweden und – neuerdings – Finnland. Als größter Nettoimporteur von forschungsintensiven Waren treten die USA auf.

Spezialisierung

An welchen Regeln sich der strukturelle Wandel einer Volkswirtschaft zweckmäßigerweise zu orientieren hat, richtet sich weit gehend danach, wie im internationalen Wettbewerb Beschäftigung und Einkommen vermehrt und gesichert werden können. Nimmt man Bildung und Ausbildung sowie FuE zum Maßstab, dann sind Deutschlands **komparative Vorteile** bei forschungs-, wissens- und ausbildungskapitalintensiven Gütern zu suchen (Spezialisierung) (Tab. 1-6).

- Besonders stark konzentrieren sich die **Exporte** Japans, der USA und Großbritanniens, aber auch Deutschlands und der Schweiz auf forschungsintensive Waren. Bei Spitzentechnologiegütern gilt dies vor allem für die USA und Großbritannien, aber auch für Schweden, die Schweiz, Japan, die Niederlande und Frankreich; bei Gütern der Hochwertigen Technologie lediglich für Japan, Deutschland und Kanada (Abb. 1-16). Unter den großen Industrieländern ist einzig Italien sowohl im Spitzentechnologiesektor als auch im Sektor Hochwertige Technologie wenig vertreten.
- **Veränderungen** in der **Exportspezialisierung** bei forschungsintensiven Waren haben sich vor allem durch relativ starke Bewegungen bei Spitzentechnologiegütern eingestellt – angesichts der deutlich höheren Dynamik dieses Sektors im Vergleich zur Hochwertigen Technologie ist dies kein Wunder. So ist die Exportspezialisierung von Japan und den USA bei Spitzentechnologien im letzten Jahrzehnt trendmäßig zurückgegangen, während sie in Großbritannien − gegen Ende der 1990er Jahre auch wieder in den USA – zugenommen hat. Japans Aufholjagd, die seit Ende der 1970er Jahre Erfolg hatte, ist zumindest in dieser Beziehung vorerst gestoppt. Insbesondere Finnland und Schweden haben ihren Exportmarktanteil bei Spitzentechnologien erheblich gesteigert, die Niederlande zusätzlich bei Hochwertiger Technologie. Diese drei Länder sind im letzten Jahrzehnt eigene Spezialisierungswege gegangen, während sich in Deutschland an den Exportstrukturen – gemessen an der weltweiten Entwicklung – wenig getan hat.

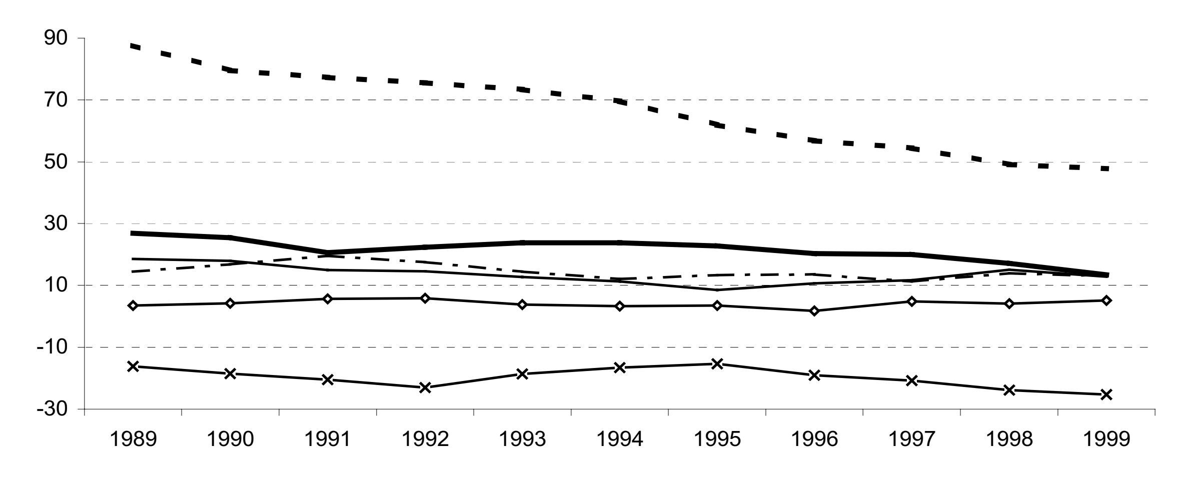
Tab. 1-6: Indikatoren zur Außenhandelsspezialisierung ausgewählter OECD-Länder bei FuE-intensiven Waren 1999

	GER	USA	JPN	FRA	ITA	GBR	NED	SUI	SWE	FIN	CAN	EU-15
	Relativer Anteil an den OECD-Exporten (RWA)[1]											
FuE-intensive Waren	3	15	26	-6	-41	11	-17	1	-6	-34	-8	-3
Spitzentech-nologie	-28	46	8	3	-88	36	4	9	14	-6	-62	-1
Hochwertige Technologie	19	-11	35	-12	-19	-9	-33	-4	-22	-57	15	-4
	Relativer Anteil an den OECD-Importen (RMA)[2]											
FuE-intensive Waren	-4	8	-16	-5	-9	4	3	-8	2	4	13	-1
Spitzentech-nologie	-7	8	15	-4	-29	19	26	5	-1	13	-13	23
Hochwertige Technologie	-2	8	-43	-6	2	-8	-16	-18	3	-3	27	-21
	Vergleich von Export- und Importstruktur (RCA)[3]											
FuE-intensive Waren	13	13	48	5	-25	13	-13	15	-2	-32	-15	4
Spitzentech-nologie	-18	42	-3	11	-55	20	-18	8	19	-16	-46	-21
Hochwertige Technologie	29	-12	86	1	-14	6	-10	21	-17	-47	-4	24
	Umfang des intraindustriellen Handels (IIT) in %											
FuE-intensive Waren	78	72	63	87	67	86	87	61	71	53	66	76
Spitzentech-nologie	78	73	75	84	72	87	90	62	52	41	68	75
Hochwertige Technologie	77	71	55	89	65	85	84	59	85	63	65	78

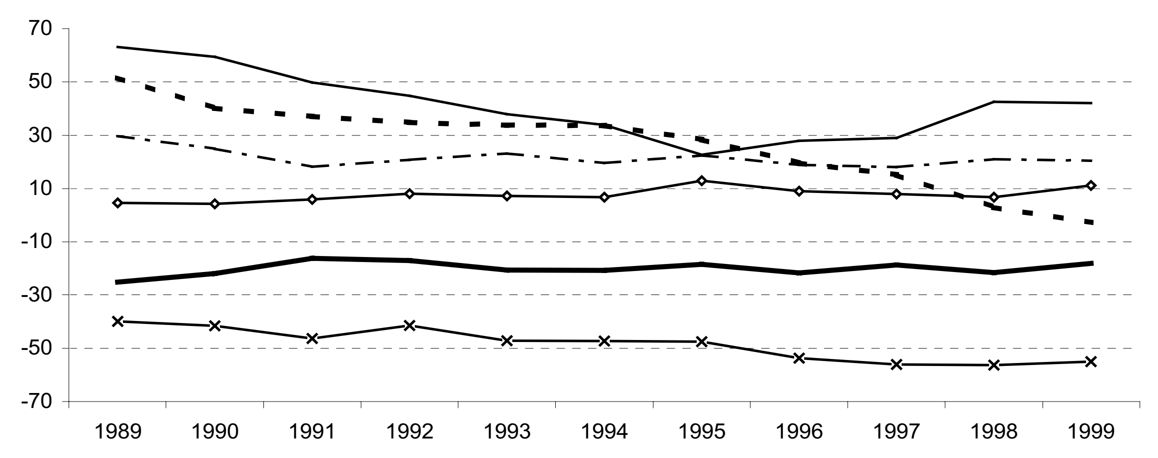
Quelle: DIW-Außenhandelsdaten. - Berechnungen des DIW. 1) Positives Vorzeichen: überdurchschnittlich hoher Anteil an den Exporten. 2) Positives Vorzeichen: überdurchschnittlich hoher Anteil an den Importen. 3) Positives Vorzeichen: überdurchschnittlich hohe Export-Import-Relation.

- **Deutschland** ist im Spitzentechnologiebereich besonders exportstark bei Pflanzenschutzmitteln und Messgeräten, aber auch bei Pharmaprodukten, ungünstig ist hingegen die Position bei Vorprodukten (z. B. in Querschnittstechnologien der Elektronik und der Biotechnologie) und bei Investitionsgütern (insbesondere Luftfahrzeuge). Die Schwäche bei Querschnittstechnologien mit großer Bedeutung für viele Industrien ist sicherlich anders zu bewerten als die Schwäche im Luftfahrzeugbau, von dem nur wenige technologische Spillover-Effekte zu erwarten sind. Im Bereich der Hochwertigen Technologie liegen die Exportvorteile bei verschiedenen Sparten der Chemie, des Maschinenbaus und der Elektrotechnik sowie bei Kraftfahrzeugen. Die deutsche Exportstärke erstreckt sich somit auf eine ganze Palette von − auch quantitativ − wichtigen Warengruppen, vor allem bei Investitions- und langlebigen Gebrauchsgütern der Hochwertigen Technologie.
- Ein ähnlich breites Spektrum weisen auch **Japan, die USA, Großbritannien** und − angesichts der geringen Größe des Landes erstaunlich − die Schweiz auf. Innerhalb der Spitzentechnologie sind die USA außer bei chemisch-pharmazeutischen Erzeugnissen in allen Sparten besonders stark vertreten, während sich die japanischen Vorteile in diesem Sektor auf die Mikroelektronik konzentrieren. Die USA weisen − trotz ähnlicher Breite im Weltmarktangebot an Technologien − zudem ein komplett anderes Muster auf:

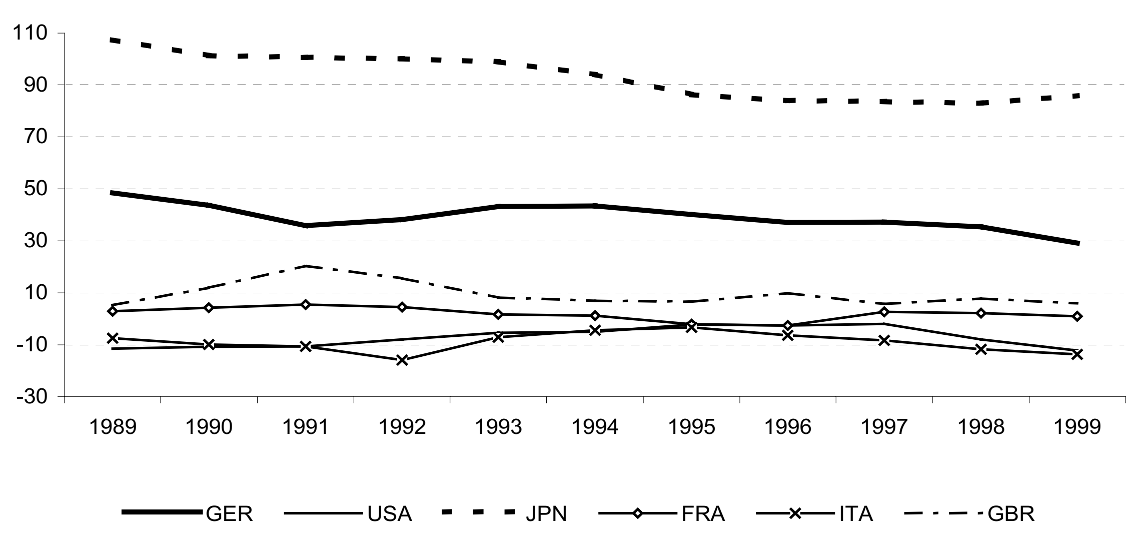
Abb. 1-16: RCA ausgewählter OECD-Länder bei FuE-intensiven Waren 1989 bis 1999



Spitzentechnologie



Hochwertige Technologie



Quelle: DIW-Außenhandelsdaten. RCA (Revealed Comparative Advantage): Positives Vorzeichen bedeutet, dass die Exp./Imp.-Relation bei dieser Produktgruppe höher ist als bei verarbeiteten Industriewaren insgesamt.

Sie haben Stärken bei Vorprodukten und Investitionsgütern der Spitzentechnologie sowie bei Vorprodukten der Hochwertigen Technologien. So gesehen bedeutet dies eine völlig andere Einordnung in die weltwirtschaftliche Arbeitsteilung: Während Deutschland seine

Stärken in der breiten Anwendung von (vielfach importierten) grundlegenden Spitzentechnologien ausspielt, setzen die USA auf die Produktion der relevanten Vorprodukte und Investitionsgüter.

- Auf der **Importseite** fallen die Unterschiede zwischen den Industrieländern deutlich geringer aus. Als besonders „offen“ sind die Märkte der USA, Kanadas und Großbritanniens sowie kleinerer Volkswirtschaften wie Niederlande, Schweden und Finnland anzusehen. Konträr dazu steht Japan. Deutschland weicht nur wenig vom Durchschnitt ab. Nach Warengruppen gegliedert wird besonders viel an Luftfahrzeugen, Chemischen Grundstoffen, Motoren und elektrotechnischen Erzeugnissen importiert; relativ niedrig sind die Zahlen bei Spalt- und Brutstoffen, in der Nachrichtentechnik und bei einigen Gruppen des Maschinenbaus. Die ausgeprägtesten Veränderungen der Importstruktur vollzogen sich in den 1990er Jahren in Japan − und zwar in der Breite der forschungsintensiven Erzeugnisse, jedoch mit besonderem Schwerpunkt in der Spitzentechnologie.
- Nimmt man beides zusammen − **Exporte und Importe**, zusammengefasst in der Kennziffer „Revealed Comparative Advantage“ (RCA) −, dann sind die komparativen Nachteile Deutschlands im Handel mit Spitzentechnologieerzeugnissen unverändert geblieben, nur bei nachrichtentechnischen Erzeugnissen haben sie sich in komparative Vorteile umgewandelt (siehe auch Kapitel Aktuelle Entwicklungen). In der Hochwertigen Technologien haben die Spezialisierungsvorteile hingegen per saldo nachgelassen. Zwar sind die beachtlichen Vorteile bei Automobilen noch weiter gestiegen, an anderer Stelle sind sie jedoch deutlich zurückgegangen: Dies gilt besonders für Chemische Grundstoffe, Elektromotoren, elektrische Ausrüstungen und medizinische Geräte.
- Die Schweiz, Großbritannien und Frankreich verfügen in beiden Kategorien (Spitzen- und Hochwertige Technologie) über **komparative Vorteile**; Deutschland gleicht wie Japan rechnerisch die Nachteile in der Spitzentechnologie durch Vorteile in der Hochwertigen Technologie aus; umgekehrt ist es in den USA und in Schweden. Italien, Kanada und auch Finnland weisen weder in der einen, noch in der anderen Kategorie Spezialisierungsvorteile auf. Selbst die gewaltigen Sprünge, die Finnland in der Spezialisierung auf nachrichtentechnische Erzeugnisse gemacht hat, reichen noch nicht aus, um im Spitzentechnologiesektor insgesamt Spezialisierungsvorteile vorweisen zu können.
- Bei allem ist zu berücksichtigen: Mit zunehmender Intensivierung der außenwirtschaftlichen Beziehungen sowie mit zunehmender Angleichung des Entwicklungsstandes und der Wirtschaftsstrukturen entfällt ein immer größerer Teil des Warenverkehrs auf den wechselseitigen Austausch von Gütern der gleichen Produktgruppe (**intraindustrieller Handel**). Komparative Vorteile werden somit auf der aggregierten Ebene immer weniger sichtbar, das Spezialisierungsprofil wird flacher. Lediglich kleinere Volkswirtschaften, die − wenn sie nicht auf Skalenvorteile verzichten wollen − nicht als „Universalanbieter“ auftreten können wie größere Länder, sondern sich spezialisieren müssen, sind noch stark in die klassische interindustrielle Arbeitsteilung eingebunden. Als Beispiele seien Schweden und Finnland genannt, bei denen vor allem die Exportoffensive in der Nachrichtentechnik das Spezialisierungsprofil noch einmal deutlich verschärft hat. Ungewöhnlich niedrig ist allerdings auch die Einbindung Japans in die intraindustrielle Arbeitsteilung. Dieser Anteil ist jedoch in den 1990er Jahren auf Grund der weiteren Öffnung des japanischen Marktes für Importe deutlich gestiegen. Dies hat − zusammen mit der nachlassenden Exportspezialisierung − dazu geführt, dass Japan im Sektor FuE-intensive Industrien erhebliche Einbußen an komparativen Vorteilen hinnehmen musste.

1.3.2 Wirtschaftsstrukturen im internationalen Vergleich

Entscheidend ist − neben den Stärken und Schwächen der Volkswirtschaften im internationalen Wettbewerb − die gesamtwirtschaftliche Bilanz forschungs- und wissensintensiver Wirtschaftszweige. Zentral ist also die Frage nach ihrer Bedeutung für Produktion und Beschäftigung.

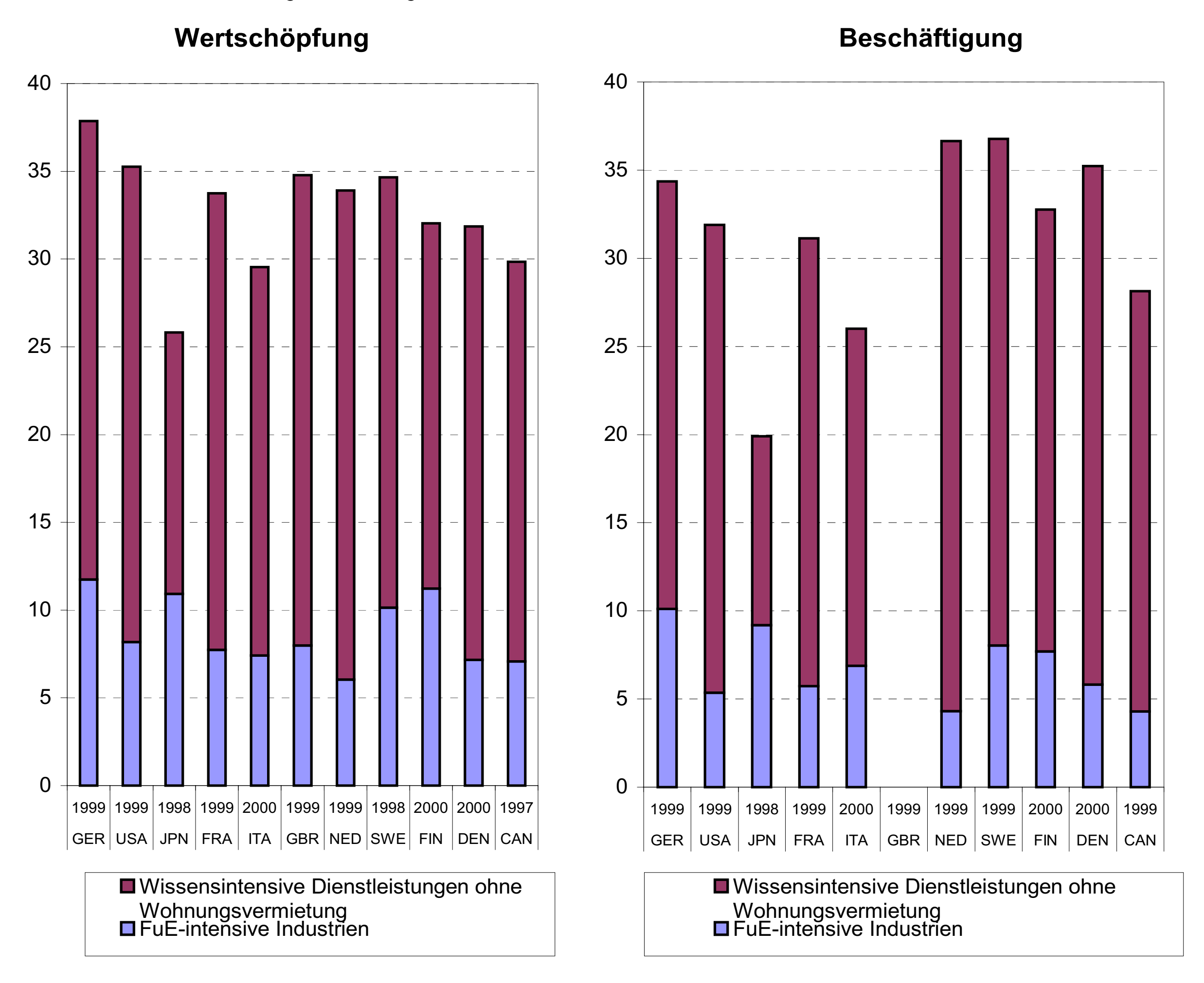
Wertschöpfung und Beschäftigung

- Trotz der hohen weltwirtschaftlichen Dynamik im Handel mit forschungsintensiven Gütern ist zu beobachten, dass die wissensintensiven Dienstleistungen in den hochentwickelten Volkswirtschaften für die gesamtwirtschaftliche **Wertschöpfung** im Vergleich zum forschungsintensiven Bereich der Industrie mittlerweile die zwei- bis vierfache Bedeutung haben. Ein Blick in die Entwicklung in den letzten Jahrzehnten zeigt einen geradezu lehrbuchhaften Marsch der Industrieländer in die wissensintensive **Dienstleistungsgesellschaft**. Grund dafür sind z. T. veränderte Präferenzen der privaten Haushalte, die bei zunehmendem Entwicklungsstand auch vermehrt wissensintensive Dienstleistungen nachfragen, aber vor allem eine verstärkte Arbeitsteilung zwischen Industrie und Dienstleistungen. Dies ging vor allem zu Lasten der nicht-forschungsintensiven Industrien, während der Anteil der nicht-wissensintensiven Dienstleistungen kaum zurückging. Misst man diesen strukturellen Wandel an der Beschäftigung, dann ist der Industriesektor noch viel deutlicher geschrumpft, weil dort die Arbeitsproduktivität schneller gestiegen ist.
- In **Deutschland** vollzog sich die Verschiebung zur Dienstleistungsgesellschaft in den 1990er Jahren besonders deutlich, mit einem kräftigen Rückgang sowohl des forschungs- als auch des nicht-forschungsintensiven Industriesektors auf der einen und einem kräftigen Bedeutungszuwachs der wissensintensiven Dienstleistungen auf der anderen Seite.
- Fasst man die **Wertschöpfungsanteile** der forschungs- und wissensintensiven Wirtschaftszweige zusammen, dann liegt Deutschland im aktuellen Vergleich mit einem Anteil von 38 %[27] unter den Industrieländern an der Spitze (Abb. 1-17) (Annex A-1-4 und A-1-5). Dazu trägt der immer noch besonders hohe Anteil forschungsintensiver Industrien bei (fast 12 %), während der Anteil wissensintensiver Dienstleistungen (gut 26 %) mittlerweile nicht mehr niedriger ausfällt als in den anderen EU-Ländern und in den USA. Deutschland unterscheidet sich heute von den anderen Ländern durch einen deutlich kleineren nicht-wissensintensiven Dienstleistungssektor und eine überdurchschnittlich starke forschungsintensive Industrie, mit allerdings nach wie vor sehr niedrigen Spitzentechnologieanteilen. Seit den 1970er Jahren war die Dienstleistungsintensivierung in den USA am ausgeprägtesten.
- Ein ganz anderes Strukturprofil bietet **Japan**. Dort erreichen die forschungsintensiven Industrien einen fast ebenso hohen Anteil wie in Deutschland, während die wissensintensiven Dienstleistungen weit hinter dem in den anderen hochentwickelten Ländern üblichen Umfang zurück liegen. Finnland ist im übrigen − wie Korea − einen etwas anderen Weg als die meisten Länder gegangen: Dort hat der forschungsintensive Sektor in den 1990er Jahren noch an Bedeutung gewonnen.
- Während Deutschland an der Wertschöpfung gemessen im wissensintensiven Dienstleistungssektor international mit an der Spitze liegt, gibt es im Vergleich zu den avancier-

[27] Alle Angaben ohne Einbeziehung der Wohnungsvermietung in die wissensintensiven Dienstleistungsbereiche.

ten Konkurrenten ein Defizit an **Arbeitsplätzen** in diesem Bereich. Die außergewöhnlich hohe Produktivität in diesem Sektor hat sich in Deutschland zwar sehr positiv auf die Wettbewerbsfähigkeit und Dynamik, aber statistisch auch negativ auf die Zahl der Arbeitsplätze ausgewirkt. Umgekehrt erwirtschaftet Deutschlands Industrie je Erwerbstätigen eine vergleichsweise niedrige Wertschöpfung. Ein Grund dafür mag darin liegen, dass ein relativ hoher Anteil besonders arbeitsintensiver unternehmensbezogene Dienstleistungen in Deutschland immer noch in Industrieunternehmen erbracht und nicht von spezialisierten Dienstleistungsunternehmen bezogen wird.

Abb. 1-17: Wertschöpfungs- und Beschäftigungsanteile von FuE-intensiven Industrien und wissensintensiven Dienstleistungen in ausgewählten OECD-Ländern – in %*



Quelle: OECD, STAN-Datenbasis. - Berechnungen des DIW. *) ohne Berücksichtigung der Wohnungsvermittlung.

Der Dienstleistungsanteil hat in den hochentwickelten Volkswirtschaften vor allem deshalb so stark zugenommen, weil die Industrie ihre Dienstleistungsbezüge in den letzten Jahrzehnten deutlich ausgeweitet hat. Nicht die physische Ware allein, sondern ein Gesamtpaket − bestehend aus dem Produkt und einer Reihe von darum gruppierten Dienstleistungen (Software, Wartung, Schulung, Logistik, Planung usw.) − bestimmt immer mehr die Konkurrenzfähigkeit von Industrieunternehmen. Dies schlägt sich in einer Verschiebung von Wertschöpfung und Beschäftigung von der Industrie in den Dienstleistungssektor nieder. Insofern bedeutet Tertiarisierung **nicht** De-Industrialisierung.

Seit langem kann nicht mehr erwartet werden, dass gesamtwirtschaftliche Beschäftigungsprobleme durch eine rasche Expansion forschungsintensiver Industrien gelöst werden können. Der Beitrag des Technologiesektors zur Beschäftigung ist vielmehr indirekt: Neue Technologien dienen der Innovation und Produktivitätssteigerung in anderen Sektoren, vornehmlich in wissensintensiven Dienstleistungsbereichen, die damit wettbewerbsfähiger werden und Absatz und Beschäftigung ausdehnen können. Deutschland hat in den 1990er Jahren den Strukturwandelprozess zu wissensintensiven Dienstleistungen besonders ausgeprägt mitgemacht. Diese bieten die Möglichkeit für mehr Beschäftigung ohne Einbußen bei der gesamtwirtschaftlichen Arbeitsproduktivität, erfordern aber eine gute Ausbildung bzw. Höherqualifizierung und können daher eher nur längerfristig realisiert werden. Hingegen bestehen auch kurzfristig noch deutliche Spielräume für mehr Beschäftigung im nicht-wissensintensiven Dienstleistungsbereich, wo die Qualifikationsanforderungen nicht so hoch sind − die Löhne allerdings auch nicht.

Mehr Dienstleistungen bedeuten keineswegs weniger Anstrengungen im **Bildungsbereich**, sondern eher mehr. Dies gilt nicht nur − wie oben gezeigt − für Selbstständige, sondern für alle Arbeitnehmer: Der Trend zur Dienstleistungsgesellschaft bringt gleichsam automatisch einen Qualifizierungsdruck mit sich.

Etliche Unternehmen gerade des Dienstleistungsbereichs sehen immer noch **Hemmnisse** in der hohen Regulierungsdichte und im täglichen Verwaltungshandeln. Intensivierung des Wettbewerbs, Deregulierung und Liberalisierung sollten daher weiter auf der Agenda stehen. Denn international wettbewerbsfähige Produkte und Dienstleistungen entstehen meist nur dort, wo sie sich im inländischen Wettbewerb um die besten Lösungen durchgesetzt haben. Vor allem in der Anwendung zeigt sich die Überlegenheit von neuen Technologien, bilden sich „komparative Vorteile“ heraus, die zu mehr Wohlfahrt und Beschäftigung führen.[28]

Wirtschaftsstruktur und Außenhandel

In den OECD-Ländern besteht ein enger **Zusammenhang** zwischen der FuE-Intensität eines Industriezweiges und seinem Produktivitätsniveau sowie seiner Exportquote (Tab. 1-7). Dies zeigt sich durchgängig über alle Branchen des Verarbeitenden Gewerbes.[29] Dieser Zusammenhang zwischen FuE-Einsatz und Produktivitätsniveau lässt auf eine „Rendite“ aus FuE-Tätigkeit schließen. Die vergleichsweise hohe Produktivität ist auch Voraussetzung für eine starke Präsenz auf den Weltmärkten.

In einigen Ländern fällt der Unterschied zwischen der Außenhandels- und der Produktionsstruktur recht deutlich aus, nämlich dort, wo die Außenhandelsquoten im forschungsintensiven Sektor weit über denen im nicht-forschungsintensiven Sektor liegen. Diese Länder − insbesondere sind es Japan, die USA und Großbritannien − sind besonders „spezialisierungsbewusst“, d. h. darauf bedacht, ihre komparativen Vorteile auszuspielen. Dies gilt für Deutschland zwar ähnlich, jedoch nicht so scharf konturiert.

---

[28] Vgl. Beise (2001).

[29] Vgl. Straßberger (1997).

Dienstleistungen werden in weit geringerem Maße international gehandelt als Waren. Nur in kleineren Volkswirtschaften gehen die Außenhandelsquoten auf bis zu 10 % hoch. Die Dynamik ist auch nicht ausgeprägt; allerdings ist zu berücksichtigen, dass viele Dienstleistungen im Ausland nur durch Vor-Ort-Präsenz erbracht werden können und sich daher vielfach eher in Direktinvestitionen als in Exporten niederschlagen. Insgesamt dürfte vor allem bei wissensintensiven Dienstleistungen die Internationalisierung zunehmen. Sie werden außerdem in hohem Maße und immer intensiver als Vorleistungen in der Warenproduktion benötigt und gehen daher immer stärker indirekt in den Außenhandel ein.

Tab. 1-7: Produktions- und Außenhandelsstrukturen, Export- und Importquoten 1999

	GER	USA	JPN[1]	FRA	ITA	GBR[1]	NED	DEN	SWE[1]	FIN	CAN
Anteil an der Bruttoproduktion in %											
FuE-Intensiv	53	47	51	45	36	45	39	36	50	41	43
Nicht FuE-intensiv	47	53	49	55	64	55	61	64	50	59	57
Exporte in % des Bruttoproduktionswertes (Exportquote)											
FuE-Intensiv	56	24	25	54	46	59	117	85	64	57	78
Nicht FuE-intensiv	25	7	5	24	24	20	52	51	38	38	40
Verarbeitendes Gewerbe	42	15	15	37	32	38	77	63	50	46	57
Anteil an den Exporten in %											
FuE-Intensiv	72	76	85	65	52	70	59	49	62	51	60
Nicht FuE-intensiv	28	24	15	35	48	30	41	51	38	49	40
Anteil an der Inlandsnachfrage (BPW-Exporte+Importe) in %											
FuE-Intensiv	48	47	45	43	37	43	42	38	49	45	50
Nicht FuE-intensiv	52	53	55	57	63	57	58	62	51	55	50
Importe in % der Inlandsnachfrage (Importquote)											
FuE-Intensiv	46	28	10	51	45	60	116	86	58	53	81
Nicht FuE-intensiv	27	14	9	25	18	27	48	47	31	21	33
Verarbeitendes Gewerbe	36	20	9	36	28	41	77	62	44	35	57
Anteil an den Importen in %											
FuE-Intensiv	61	64	50	61	60	62	64	53	64	67	71
Nicht FuE-intensiv	39	36	50	39	40	38	36	47	36	33	29
Zum Vergleich: Anteil an der Wertschöpfung in %											
FuE-Intensiv	53	50	48	42	35	43	36	40	47	44	37 [2]
Nicht FuE-intensiv	47	50	52	58	65	57	64	60	53	56	63

Quellen: OECD, STAN-Datenbasis. - Berechnungen des DIW. 1) 1998. 2) 1997.

Die Bedeutung von Dienstleistungen für den Export der deutschen Wirtschaft ist daher erheblich größer als sie in der Struktur der Exporte unmittelbar zum Ausdruck kommt (Tab. 1-8). So haben die wissensintensiven Dienstleistungen an den deutschen Exporten insgesamt einen Anteil von 5 %. Von der direkt oder indirekt in den Exporten enthaltenen Wertschöpfung entfällt hingegen fast ein Viertel auf wissensintensive Dienstleistungen. In den deutschen Warenexporten steckt zu fast einem Fünftel Wertschöpfung aus dem wissensintensiven Dienstleistungssektor. Produktbegleitende Dienstleistungen, die in den exportierenden deutschen Industrieunternehmen selbst erstellt werden, sind dabei nicht einmal berücksichtigt.

Tab. 1-8: In den deutschen Exporten direkt und indirekt enthaltene Wertschöpfung und Importe

Produktionsbereiche	Exportbereiche: Verarbeitendes Gewerbe – FuE-intensiv	Exportbereiche: Verarbeitendes Gewerbe – Nicht FuE-intensiv	Exportbereiche: Dienstleistungen – Wissens-intensiv	Exportbereiche: Dienstleistungen – Nicht Wissens-intensiv	Übrige Bereiche	Insge-samt	Zum Vergleich: Exportwerte
	Wertschöpfung[1] (in %)						
Verarbeitendes Gewerbe	68	61	3	3	8	53	82
FuE-Intensiv	59	4	1	1	3	34	57
Nicht FuE-intensiv	9	57	1	2	5	19	25
Dienstleistungen	29	31	96	94	29	42	17
Wissensintensiv	20	20	89	19	19	24	5
Nicht wissensintensiv	9	12	7	76	10	18	11
Übrige Bereiche	3	8	1	2	63	5	1
Insgesamt	100	100	100	100	100	100	100
	Importe (in %)						
Verarbeitendes Gewerbe	89	72	43	26	62	79	
FuE-Intensiv	63	21	19	10	35	47	
Nicht FuE-intensiv	26	51	24	16	27	33	
Dienstleistungen	7	6	55	66	13	11	
Wissensintensiv	5	3	36	7	7	5	
Nicht wissensintensiv	2	3	19	59	7	6	
Übrige Bereiche	4	22	2	8	25	9	
Insgesamt	100	100	100	100	100	100	

Quelle: Input-Output-Analyse des DIW anhand der vorläufigen Input-Output-Tabellen des Statistischen Bundesamtes für Deutschland 1997. - Berechnungen des DIW. 1) Bruttowertschöpfung einschließlich Steuern minus Subventionen.

2 Position der östlichen Bundesländer im Technologiewettbewerb

Die besonderen Bedingungen, unter denen sich die Wirtschaft in den östlichen[1] Bundesländern im internationalen Wettbewerb behaupten muss, lassen häufig den Ruf nach einer gesonderten Betrachtung der Innovationsindikatoren für dieses Wirtschaftsgebiet laut werden. Obwohl es schwierig ist, das Thema „Technologische Leistungsfähigkeit Deutschlands“ auf eine regionale Ebene herunterzubrechen, befasst sich der Bericht – nach einer detaillierten Betrachtung des technologischen Profils im Vorjahr – dieses Mal vor allem mit der Frage, welche Entwicklung die industriellen FuE-Kapazitäten in den östlichen Bundesländer genommen haben.

2.1 FuE-Kapazitäten in den Regionen der neuen Bundesländer

Der Anteil der neuen Bundesländer am gesamtdeutschen **FuE-Personal** in der Wirtschaft beträgt 8 % (Tab. 2-1), bei den internen **FuE-Aufwendungen** 4½ %. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass sich die FuE-Fördermaßnahmen vorwiegend auf das „Horten“ von FuE-Personal konzentrieren, die FuE-Personalintensitäten insoweit überzeichnet sind und die tatsächliche **„technologische Lücke“** zu den Regionen im früheren Bundesgebiet kaschieren. Die Differenz zwischen den Anteilen an den FuE-Aufwendungen und dem FuE-Personal ist sowohl ein Indiz für personalintensive FuE als auch eins für niedrige Löhne – und damit geringe Anreize für hochqualifiziertes FuE-Personal mit Arbeitsplatzalternativen.

Über einige Details der FuE-Situation im Osten Deutschlands streiten sich die Gelehrten noch, dieser Streit kann im Rahmen dieses Berichts nicht entschieden werden. Einig sind sich die Experten darin, dass die FuE-Neigung in der Industrie der neuen Bundesländer niedrig ist und dass sie den enormen Schwung der FuE-Intensivierung, der in der zweiten Hälfte der 1990er Jahre Westdeutschland erfasst hat, nicht mitgemacht hat. Uneinigkeit besteht hingegen in der Tendenzbeschreibung: Hat der FuE-Personalbestand – wie es die den internationalen Organisationen übermittelten Daten des WSV aussagen – nach einem kontinuierlichen Aufwärtstrend bis 1997 seither, d. h. bis einschließlich 2000, ebenso kontinuierlich abgenommen? Oder hat es beim FuE-Personalbestand – wie es eine im Auftrag des BMWi erstellte Statistik ausweist[2] – von einer leichten Delle im Jahre 1999 abgesehen auch in den letzten Jahren einen leichten Anstieg gegeben? Interessanterweise geht diese Statistik von einem insgesamt niedrigen FuE-Personalbestand in den neuen Bundesländern aus.[3]

---

[1] Im zwölften Vereinigungsjahr mag der Gebrauch des Begriffs „neue“ Bundesländer nicht mehr die Signalwirkung haben wie ehedem. Der Terminus „neue Bundesländer“ umfasst die östlichen Flächenländer sowie Ostberlin. „Ostdeutschland“ schließt zudem Westberlin ein.

[2] Vgl. Hermann-Koitz et al. (2001).

[3] Diese Diskrepanz in den absoluten Zahlen werden z. T. darauf zurückgeführt, dass der WSV Antragsdaten von AIF-geförderten Unternehmen übernimmt, Hermann-Koitz et al. (Euronorm) die Unternehmen hingegen direkt befragten. Sollte dem so sein, dann könnte aus der Differenz der Teil des FuE-Personals abgelesen werden, für den die Erfüllung eines Fördertatbestandes fraglich ist. Da dieses Programm zurückgefahren wird, nimmt diese Zahl deutlich ab. AiF-Förderung: FuE-Personalförderung des BMWi, welche die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) als Projektträger durchführt oder durchgeführt hat.

Wenn man die „fundamentals“ akzeptiert – niedriges Niveau und kein Mithalten mit dem FuE-Schwung im Westen und in den meisten übrigen Industrieländern, dann könnte man zur Strukturanalyse zurückkehren: Ein interessanter Aspekt ist, dass die FuE-Personalintensität bei **forschenden** ostdeutschen Klein- und Mittelunternehmen um einiges höher liegt als bei den westdeutschen Klein- und Mittelunternehmen. Allerdings nimmt deren FuE-Intensität eher ab, während sie in Westdeutschland weiter zunimmt.

Tab. 2-1: Kennziffern zu FuE in den neuen Bundesländern und im früheren Bundesgebiet

			Neue Bundesländer	Früheres Bundesgebiet
FuE-Personal im Wirtschaftssektor insg.		1995	23.700	260.000
		1997	25.100	261.200
		1999	24.600	282.200
Anteil in %	Gemeinschaftsforschung	1999	5,9	0,9
Unternehmen	Produzierendes Gewerbe	1999	74,6	90,2
Unternehmen	Dienstleistungen	1999	19,6	8,9
Verteilung des FuE-Personals auf				
Unternehmen mit ... Beschäftigten in %		1999		
unter 100			42	3
100 bis 249			16	5
250 bis 499			6	5
500 bis 999			8	7
1.000 bis 1.999			3	9
2.000 und mehr			25	69
FuE-Intensität im Verarbeitenden Gewerbe				
als Personalanteil an den Beschäftigten[1]		1995	2,1	3,4
		1997	2,4	3,6
		1999	2,9	4,3

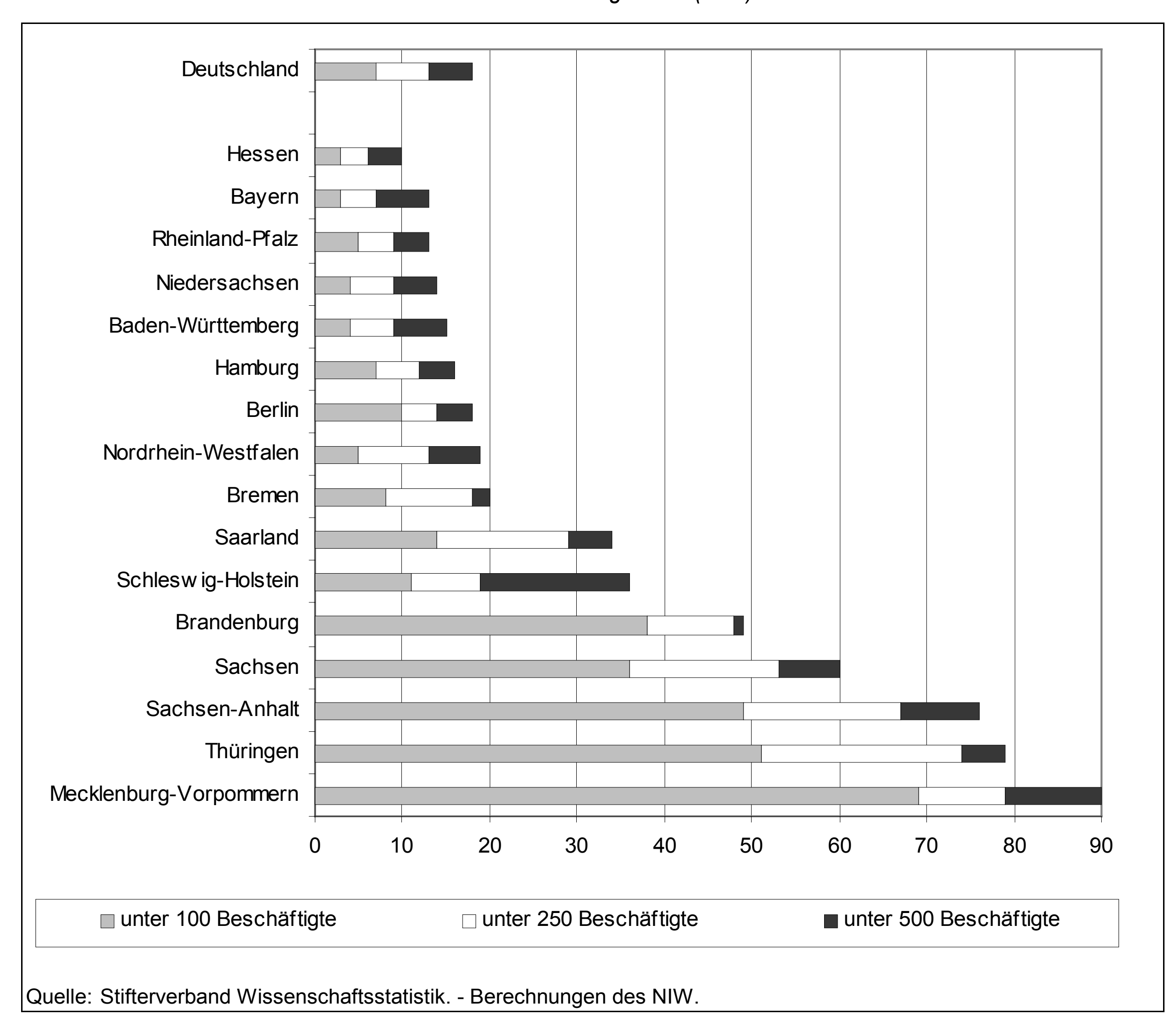
Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. - Statistisches Bundesamt, Statistik der Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte. - Berechnungen und Schätzungen des NIW.
1) Anteil des FuE-Personals an den Beschäftigten der Betriebe im Verarbeitenden Gewerbe. Nicht identisch mit den Berechnungen in anderen Tabellen.

Für die grundlegenden Unterschiede zu Westdeutschland spielt in Ostdeutschland mithin die **kleinbetriebliche Struktur** der FuE-betreibenden Unternehmen eine wichtige Rolle (Abb. 2-1). Während im früheren Bundesgebiet nur rund 16 % des FuE-Personals seine Tätigkeit in Klein- und Mittelunternehmen ausübt, sind es in den Neuen Bundesländern auf Grund der spezifischen Bedingungen zwei Drittel. In der gegenwärtigen Phase des Anpassungsprozesses gibt es dort immer noch sehr wenig Großunternehmen. Mit der kleinbetrieblichen Struktur sind meist auch Nachteile verbunden, die im Innovationsprozess essentiell sind:

- die Möglichkeiten der Eigenfinanzierung von FuE- und Innovationsprozessen sind geringer,
- die Fremdfinanzierungskonditionen meist schlechter,
- die Rekrutierung von hoch qualifiziertem Personal wird erschwert und

- nicht zuletzt sind Markteintritt, -erweiterung und -sicherung bei der Umsetzung von FuE-Ergebnissen gefährdet.[4]

Abb. 2-1: Anteil des FuE-Personals in Klein- und Mittelunternehmen 1999 nach Beschäftigtengrößenklassen und Bundesländern am FuE-Personal insgesamt (in %)



Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik. - Berechnungen des NIW.

Damit fehlen wesentliche Kernelemente und Kristallisationspunkte, die das Innovationssystem der alten Bundesländer ausmachen. Der Anteil der FuE-betreibenden Unternehmen entspricht hingegen in den neuen Bundesländern den Erwartungen. Nach der MIP-Erhebung[5] ist die FuE-Beteiligung in Ostdeutschland dank der flächendeckenden Förderung gar höher als in Westdeutschland.[6] Dies ist insofern von Belang, als die Innovationsfähigkeit, die Bereitschaft zu Wissens- und Technologietransfer sowie zu FuE-Kooperationen mit forschenden Unternehmen und Instituten meist wesentlich an eigene FuE-Tätigkeit geknüpft ist.

Unter **wirtschaftsstrukturellen** Gesichtspunkten ist von Bedeutung, dass in Forschungsstätten des Produzierenden – vornehmlich des Verarbeitenden – Gewerbes der neuen Bun-

---

4 Vgl. Belitz et al. (2001).

5 Zum MIP (Mannheimer Innovationspanel) vgl. auch Kapitel 1.

6 Vgl. Janz u. a. (2001).

desländer nur drei Viertel des FuE-Personals beschäftigt sind, im früheren Bundesgebiet hingegen 90 %. Der Unterschied ist vor allem in Gemeinschaftsforschungseinrichtungen der Industrie (Osten: 6 %, früheres Bundesgebiet: 1 %) und im Dienstleistungsbereich (knapp 20 % zu 9 % des FuE-Personals) zu sehen. In manchen – eher ländlich geprägten Bundesländern mit ausgesprochen niedrigen FuE-Intensitäten wie Sachsen-Anhalt und Mecklenburg-Vorpommern – zählen die Sektoren „Forschung und Entwicklung“ (meist externe Industrieforschungseinrichtungen) und „Datenverarbeitungsdienste“ gar zu den größten FuE-Arbeitgebern.

Generell ist das FuE-Personal in den Regionen der östlichen Bundesländer nur sehr wenig sektoral konzentriert – anders als in den westlichen Bundesländern, wo in vielen Ländern eindeutige technologische **Konzentrationen** vorherrschen. Auch dies ist ein Zeichen für die typischerweise kleinbetriebliche FuE-Struktur, die eher in die Breite ausgerichtet ist als in die Spitze. Agglomerationseffekte fehlen, insbesondere wegen der aus FuE-Sicht weniger günstigen Wirtschafts- und Industriestruktur. Der Suchprozess nach Alternativen im technologieintensiven Sektor ist momentan eher breiter als konzentriert angelegt.

Nimmt man sich die Verarbeitende Industrie zum Maßstab, die bei FuE in Deutschland nach wie vor den Ton angibt, dann liegt die FuE-Personalintensität in den neuen Bundesländern um rund 30 % unterhalb des westdeutschen Niveaus, wobei sie aber ähnliche Steigerungen mitgemacht hat. Fast drei Viertel dieser Differenz sind auf eine Wirtschaftsstruktur zurückzuführen, in der der forschungsintensive Sektor eine deutlich geringere Rolle spielt. Um diesen Effekt bereinigt, beläuft sich die FuE-Intensität in den Neuen Bundesländern auf einen Wert, der etwa 10 % unter dem für westdeutsche Verhältnisse „typischen“ Wert liegt. Dies ist immerhin ein Wert, der im internationalen Raum hoch angesiedelt sein dürfte. Deutlich wird dies bei einer sektoralen Darstellung der FuE-Intensitäten (Tab. 2-2).

Die FuE-Personalintensität liegt im forschungsintensiven Sektor der ostdeutschen Industrie bei 7 % (Deutschland: 8½ %) und rangiert in einigen Zweigen (bspw. Pharmazie, elektronische Bauelemente, MSR-Technik, Büromaschinen/EDV, aber auch in einigen Teilen des Maschinenbaus) deutlich oberhalb des Bundesdurchschnitts. Hier ist der Keim für künftiges Wachstum gelegt: Wenn in den Neuen Bundesländern in technologieintensive Industrien investiert wird, dann ist dies nur vom Feinsten. Die letztjährige Patentanalyse hat bereits gezeigt, dass es in Ostdeutschland eine recht starke Ausrichtung auf Spitzentechnologie gibt, die Deutschland insgesamt gut tut. Der Haken im Moment ist, dass diese Sektoren noch zu klein sind, um signifikant zu Wachstum und Beschäftigung beitragen zu können. Es sind noch zu wenig Unternehmen in forschungsintensiven Industrien tätig.

Die hier vorgenommene rechnerische Neutralisierung des Faktors „Sektorstruktur“ soll und darf keine Entschuldigung sein. Sie soll vielmehr den Blick auf einen besonderen Schwerpunkt der Anpassungsaufgabe lenken, nämlich die Wirtschaftsstruktur weiter in Richtung eines international wettbewerbsfähigen forschungsintensiven Sektors zu entwickeln.

Die Rückstände in der FuE-Intensität sind bei **regionaler Betrachtung** nicht nur – allerdings vornehmlich – in den Ballungsgebieten vorhanden, sondern eigentlich bei jedem Regionstyp (Tab. 2-3). Dies ist auch kein Wunder, denn außer Berlin, das eine enorme Sogkraft auf forschende Unternehmen ausübt, die sich nach der Wiedervereinigung noch deutlich verstärkt hat, gibt es momentan kein Ballungszentrum, das heute schon in der Lage wäre,

signifikante Innovationsimpulse in die Nachbarschaft auszustrahlen. Am ehesten wäre dazu Dresden in der Lage; denn dort wird nicht nur vergleichsweise FuE-intensiv produziert, es ist auch eine ausreichend kritische FuE-Masse verfügbar. So findet man in den neuen Bundesländern zwar die typische FuE-Hierarchie (Zentrum-Peripherie-Gefälle) wieder, jedoch vom Niveau her eine Etage tiefer und mit einer flacheren Gefällstrecke als im früheren Bundesgebiet.[7]

Tab. 2-2: FuE-Personal-Intensität in Unternehmensforschungsstätten im früheren Bundesgebiet und in den Neuen Ländern 1999 - Anteile in %

	Wirtschaftsgliederung	Deutschland	Früheres Bundesgebiet	Neue Länder und Berlin-Ost
	Forschungsintensive Industrien insgesamt	**8,6**	**8,7**	**6,9**
DF	Kokerei, Mineralölverarbeitung, H.u. V.v. Spalt- u. Brutst.	1,8	2,0	1,0
24.4	H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen	11,6	11,5	13,3
24 o. 24.4	Chemische Industrie ohne pharmazeut. Erzeugn.	8,3	8,7	3,9
29.1	H.v. Maschinen für die Erz.u.Nutz. mech. Energie	4,8	4,8	4,9
29.3	H.v. land- und forstwirtschaftlichen Maschinen	7,2	7,3	5,6
29.4	H.v. Werkzeugmaschinen	3,0	2,5	9,7
29.5	H.v. Maschinen für sonstige bestimmte Wirtschaftszweige	4,3	3,9	8,6
29.7	H.v. Haushaltsgeräten a.n.g.	2,3	2,2	4,2
30	H.v. Büromaschinen, DV-Geräten und -Einrichtungen	16,5	16,4	17,6
31.1	H.v. Elektromotoren, Generat. u.Transformatoren	2,8	2,8	2,3
31.4	H.v. Akkumulatoren und Batterien	4,6	4,1	9,0
31.5	H.v. elektrischen Lampen u. Leuchten	8,0	8,4	3,7
31.6	H.v. elektrischen Ausrüstungen a.n.g.	2,4	2,3	3,5
32.1	H.v. elektronischen Bauelementen	20,1	19,4	24,2
32.2	H.v. nachrichtentechnischen Geräten u. Einrichtg.	29,2	31,5	4,1
32.3	H.v. Rundfunk-, Fernseh-, Phono- u. Videogeräten	6,0	6,0	5,1
33.1	H.v. medizin. Geräten u. orthopäd. Vorrichtungen	5,8	6,0	3,7
33.2	H.v. Mess-, Kontrol-, Navigations- u.ä. Instr.u.Vorricht.	8,5	7,9	19,5
33.3	H.v. industriellen Prozesssteuerungsanlagen	38,5	43,1	18,6
33.4	H.v. optischen und fotografischen Geräten	6,8	5,7	15,1
34	H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen	9,6	10,0	1,8
35.2	Schienenfahrzeugbau	5,7	6,5	4,5
35.3	Luft- und Raumfahrzeugbau	23,7	23,7	23,4
	übrige Industrien	**1,0**	**1,0**	**1,2**
DA	Ernährungsgewerbe, Tabakverarbeitung	0,4	0,4	0,3
DB	Textil- und Bekleidungsgewerbe	0,7	0,5	1,9
DC	Ledergewerbe	0,3	0,2	0,7
DD	Holzgewerbe (ohne Herstellung von Möbeln)	0,3	0,3	0,8
DE	Papier-, Verlags- und Druckgewerbe	0,3	0,3	0,1
DH	H.v. Gummi und Kunststoffwaren	1,8	1,9	1,5
DI	Glasgewerbe, Keramik, Verarb. v. Steinen und Erden	1,0	1,0	0,9
DJ	Metallerzeugung und -bearbeitung, H.v. Metallerzeugnissen	1,0	0,9	1,6
	übriger Maschinenbau	2,7	2,6	3,0
	übrige Elektrotechnik	**1,9**	**1,9**	**1,3**
33.5	H.v. Uhren	1,6	1,3	4,0
	übriger Fahrzeugbau	1,2	1,1	1,8
DN	H.v. Möbeln, Schmuck, Musikinstrumenten, usw., Recycling	1,0	0,9	2,1
	Verarbeitendes Gewerbe insgesamt	**4,3**	**4,5**	**3,1**

Quelle: Statistisches Bundesamt, Fachserie 4, Reihe 4.1.1. - Stifterverband Wissenschaftsstatistik. - Berechnungen des NIW.

7 Härtel (2001) nennt die „Etagenunterschiede“ das deutsche Mezzogiorno-Problem.

Tab. 2-3: FuE-Personal in Unternehmen in Deutschlands Regionen 1999 - in % der Industriebeschäftigten

Bundesländer		Nach Raumordnungsregionen (TOP 17)	
Berlin	9,0	München	17,5
Hessen	6,9	Starkenburg	16,0
Hamburg	5,4	Ingolstadt	10,0
Bayern	5,4	Berlin	9,0
Baden-Württemberg	5,0	Mittlerer Neckar	8,9
Rheinland-Pfalz	4,2	Rheinpfalz	8,8
Sachsen	3,8	Bodensee-Oberschwaben	7,6
Niedersachsen	3,4	Oberes Elbtal/Osterzgebirge	7,5
Bremen	3,2	Rhein-Main	7,4
Nordrhein-Westfalen	2,6	Mittelfranken	6,8
Thüringen	2,6	Unterer Neckar	6,8
Brandenburg	2,3	Donau-Iller (B-W)	6,5
Sachsen-Anhalt	1,8	Braunschweig	6-8
Schleswig-Holstein	1,7	Hamburg	5,4
Mecklenburg-Vorpommern	0,9	Köln	5,2
Saarland	0,9	Aachen	4,9
		Regensburg	4-5
Bundesgebiet	4,2		4,2

Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. - Bundesanstalt für Arbeit, Beschäftigtenstatistik.
- Berechnungen des NIW.

Die potenziellen Wachstumspole – hierzu zählen neben Berlin und Dresden insbesondere Leipzig, Halle/Saale, Jena, Erfurt und Chemnitz – verfügten bereits zum Zeitpunkt der Wiedervereinigung über relative Ausstattungsvorteile, konnten diese nutzen und – vor allem im Falle Berlins – ausbauen. An diesen Potenzialen hat sowohl eine innovationsorientierte Regionalpolitik als auch eine Politik zur Steigerung der technologischen Leistungsfähigkeit der Wirtschaft anzuknüpfen, die sich die regionale Bündelung von Kompetenzen zunutze machen möchte. Diese Potenziale definieren sich momentan noch eher durch die Ausstattung mit öffentlichen Forschungseinrichtungen als durch intensive und geballte unternehmerische FuE- und Innovationsaktivitäten.

Denn interessanterweise nivelliert sich das Gefälle sowohl innerhalb der neuen Bundesländer als auch zwischen West und Ost sehr stark, wenn man die Ausstattung der Industrie mit FuE-Personal an Hochschulen und in außeruniversitären Einrichtungen berücksichtigt (Tab. 2-4).

- Zum einen ist selbst der weniger verdichtete Raum in den Neuen Bundesländern gemessen an der Industriebeschäftigung vergleichsweise reichlich mit **FuE-Arbeitsplätzen** im öffentlichen Sektor ausgestattet; es herrscht nicht die starke Konzentration auf Agglomerationsräume vor, wie sie für Westdeutschland typisch ist.
- Zum anderen ist der Anteil des öffentlichen Sektors am FuE-Personal in den neuen Bundesländern wesentlich höher als im Früheren Bundesgebiet. Insgesamt betrachtet ist die **Ausstattung der Industrie in Ostdeutschland mit FuE-Arbeitsplätzen** nur unwesentlich schlechter als in Westdeutschland, jedoch mit einer fundamental anderen Verteilung

auf Industrie und öffentlichen FuE-Sektor. In Ostdeutschland entspricht der Anteil des öffentlichen Sektors an FuE von 58 % (darunter außeruniversitäre Einrichtungen 26 %) etwa der Relation, die man in weniger entwickelten Volkswirtschaften vorfindet. In Westdeutschland hat der öffentliche FuE-Sektor hingegen nur noch einen Anteil von 32 % (außeruniversitäre Einrichtungen 14 %)

Tab. 2-4: FuE-Personal in Unternehmen in % der Industriebeschäftigung nach Einrichtungsarten und Raumtypen in Ost- und Westdeutschland 1999

	Unter nehmen	Hoch-schulen	Wissen-schaftl. Ein-richtungen	insgesamt
	Früheres Bundesgebiet			
Hochverdichtete Agglomerationsräume	5,1	1,0	0,9	7,0
Agglomerationsräume mit herausragenden Zentren	9,0	2,7	2,8	14,5
Verstädterte Räume höherer Dichte	3,0	1,1	0,7	4,8
Verstädterte Räume mittlerer Dichte mit großen Oberzentren	3,2	1,1	0,4	4,8
Verstädterte Räume mittlerer Dichte ohne große Oberzentren	2,9	0,7	0,1	3,6
Ländliche Räume höherer Dichte	1,7	0,2	0,1	2,0
Ländliche Räume geringerer Dichte	1,3	0,1	0,3	1,7
insgesamt	4,5	1,2	0,9	6,6
	Neue Bundesländer			
Hochverdichtete Agglomerationsräume				
Agglomerationsräume mit herausragenden Zentren	3,2	2,3	2,4	7,9
Verstädterte Räume höherer Dichte	1,6	1,6	0,5	3,6
Verstädterte Räume mittlerer Dichte mit großen Oberzentren	2,5	2,4	1,9	6,8
Verstädterte Räume mittlerer Dichte ohne große Oberzentren	2,2	0,2	0,1	2,5
Ländliche Räume höherer Dichte	1,8	0,1	0,2	2,0
Ländliche Räume geringerer Dichte	0,9	1,0	0,7	2,6
insgesamt	2,4	1,7	1,5	5,6

Quelle: Statistisches Bundesamt. - SV Wissenschaftsstatistik. - Berechnungen des NIW.

Die ostdeutsche Struktur ist das Ergebnis der zumeist institutionell ausgerichteten Forschungsförderung des Bundes und der Länder. Mit der Förderung von breit gestreuten FuE-Einrichtungen versuchen sie, fehlende betriebliche FuE-Kapazitäten zu kompensieren und technologische Informationsdefizite der Unternehmen zu überwinden. Inwieweit dies durch einen starken Ausbau öffentlicher Einrichtungen gelingen kann, ist zweifelhaft. Es wird hierbei ignoriert, dass es insbesondere die FuE-typischen Agglomerationseffekte aus der Bündelung von Kompetenzen sind, die die Regionen für innovative, international mobile Unternehmen attraktiv machen. Es ist noch eine Balance zu finden, die den Innovationszielen mehr Raum gibt und die regionalen Ausgleichsziele eher etwas zurückdrängt.

2.2 Innovationsverhalten

Nach Selbsteinschätzung der Unternehmen ist der Innovatorenanteil der Industrie in den neuen Bundesländern in der Breite nicht schlechter einzuschätzen als in Westdeutschland. Zu dieser Einschätzung kommt auch Zimmermann (2002), der das Innovationsverhalten der durch die KfW **geförderten** Unternehmen untersucht. Ein Schwachpunkt bleibt jedoch der

Sektor der unternehmensnahen Dienstleistungen, und bei distributiven Dienstleistungen nimmt der Innovatorenanteil gar ab.[8] Summa summarum stellen sich die ostdeutschen Unternehmen aber den Herausforderungen des Marktes und setzen auf Innovation. Die Innovationsintensität in der ostdeutschen Wirtschaft liegt 1999 deutlich über dem westdeutschen Niveau.

Die Ost-West-Unterschiede im Innovationsverhalten Ende der 1990er Jahre sind weniger auf der Input-Seite zu suchen, sondern treten in erster Linie durch eine geringere Effizienz der Innovationstätigkeit ostdeutscher Unternehmen in Erscheinung. Dies ist daran ersichtlich, dass sich bei einer ähnlich hohen Beteiligung am Innovationsprozess und bei höheren Aufwendungen deutlich geringere Umsatzanteile mit Produkt- bzw. Marktneuheiten und Erfolge bei innovationsbedingten Kostensenkungen gegenüberstehen, und könnte mit dem an der Breite orientierten Förderansatz zusammenhängen. Die höheren Aufwendungen können ihre Erklärung im höheren (marktgrößenbedingten) Risiko der Projekte finden oder auch in den Fördermaßnahmen, die immer die Gefahr einer Kostenausweitung in sich bergen. Andererseits haben ostdeutsche Unternehmen größenklassen-, aber auch sektorstrukturbedingte Nachteile: Die im Schnitt geringere Unternehmensgröße verhilft Skalenvorteilen weniger zum Durchbruch. Die Wirtschaft agiert zudem tendenziell auf Märkten, in denen die Möglichkeiten, über Marktneuheiten zum Erfolg zu kommen, nicht ganz so hoch sind (längerer Produktlebenszyklus).

2.3 Wissensintensive Wirtschaft

Der **Internationalisierungsgrad** der Industrie fällt in den neuen Bundesländern insgesamt noch immer eher bescheiden aus. Knapp 4 % des von deutschen Betrieben im Ausland erzielten Umsatzes mit FuE-intensiven Waren kam im Jahr 2000 aus den östlichen Bundesländern und die Exportquote erreichte im forschungsintensiven Sektor mit 35½ % bei weitem noch nicht das Niveau des früheren Bundesgebiets (51½ %). Dennoch, mit jahresdurchschnittlichen Zuwachsraten von über 19 % konnten ostdeutsche Anbieter aus **forschungsintensiven Sektoren** ihren **Auslandsumsatz** seit 1993 deutlich schneller ausweiten als ihre Konkurrenten im früheren Bundesgebiet (knapp 10 %). Die FuE-Anstrengungen haben offensichtlich Früchte getragen, denn die internationale Orientierung der forschungsintensiven Industrie hat insgesamt zugenommen. Dies ist als positives Signal zu werten und korrespondiert mit den vergleichsweise stark zunehmenden Auslandspatentanmeldungen auf europäischem Niveau. Insbesondere bei Kraftwagen, sonstigen Fahrzeugen sowie in der Medientechnik wurden im Hinblick auf die Durchsetzungsfähigkeit auf internationalen Märkten erhebliche Fortschritte erzielt. Allerdings sind viele ostdeutsche Betriebe aus dem Maschinenbau und der Elektrotechnik international noch nicht hinreichend vertreten.

Trotz beachtlicher Wachstumsraten der **Produktion** von durchschnittlich 8 % der Jahre 1993 bis 2000 ist das Gewicht **forschungsintensiver Industrien** für deutsche Verhältnisse immer noch niedrig (Abb. 2-2). So betrug der ostdeutsche Anteil am realen Wert-

[8] Vgl. Janz u. a. (2001).

schöpfungsvolumen forschungsintensiver Industrien in Deutschland im Jahr 1999 erst knapp 5 %, bei den übrigen Sektoren knapp 9 %. Zudem hatte sich die Industriestruktur zunächst eher in Richtung weniger forschungsintensiver Industrien verschoben, während gewichtige Teilbranchen des forschungsintensiven Sektors (insbesondere Maschinen- und Schienenfahrzeugbau, Teile der Chemie) anhaltende Anpassungsprobleme zu verzeichnen hatten. Erst seit 1996 expandiert der forschungsintensive Sektor auch in den neuen Bundesländern stärker als die übrigen industriellen Sektoren. Zu den Gewinnern im Strukturwandel zählen neben dem Automobilbau und Teilen der Elektrotechnik auch die z. T. zur Spitzentechnologie zählenden Industrien EDV-Büromaschinen, Medientechnik, MSR-Technik/Optik sowie der Luft- und Raumfahrzeugbau.

Die forschungsintensiven Industrien werden wie in Westdeutschland auf absehbare Zeit auch in Ostdeutschland kaum mehr die Rolle eines Beschäftigungsmotors übernehmen können. Denn zusätzlich gibt es noch eine große **Produktivitätslücke** von rund 40 % (im nicht-forschungsintensiven Industriesektor sind es 30 %), die sich nicht so schnell wird schließen lassen können (Abb. 2-3): Sektor- und Unternehmensgrößenstruktur sind dazu noch zu ungünstig. Ein allmähliches Schließen dieser Lücke bedeutet, dass die Produktion in beträchtlichem Maße wachsen kann, ohne dass es zu einer Beschäftigungszunahme kommt. Insgesamt waren im Jahr 2000 mit knapp 240 Tsd. Personen 7,4 % der im deutschen forschungsintensiven Sektor beschäftigten Personen in Ostdeutschland tätig. Trotz vergleichsweise höherer Wachstumsraten der Produktion hat sich die Beschäftigung in forschungsintensiven Industrien im Verlauf des Aufschwungs mit einem Arbeitsplatzabbau von jahresdurchschnittlich 4,4 % insgesamt noch ungünstiger entwickelt als im früheren Bundesgebiet (-2,8 %). Erst im Zuge des durchgreifenden Aufschwungs hat es Ende der 1990er Jahre einen geringfügigen Beschäftigungszuwachs gegeben (Maschinen- und Automobilbau, Medientechnik, EDV und MSR-Technik/Optik).

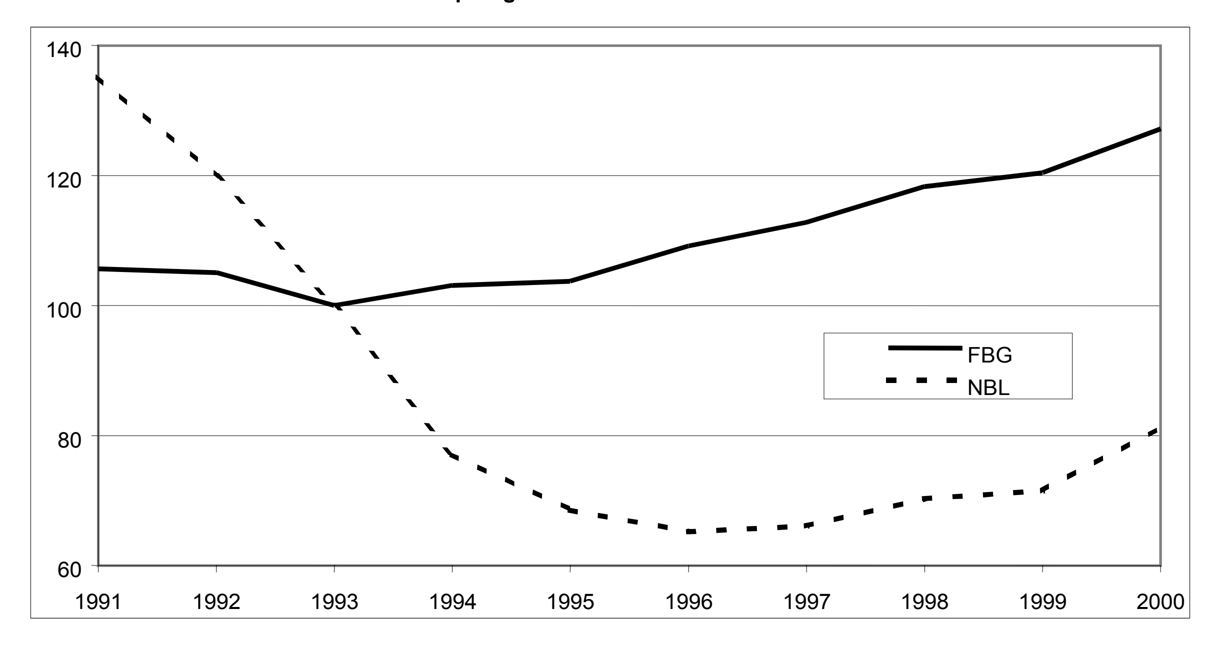
Auch vom **wissensintensiven Dienstleistungssektor** gehen in den neuen Bundesländern bislang keine entscheidenden Impulse aus – weder für die gesamtwirtschaftliche Beschäftigung, noch für FuE und Innovationen (Tab. 2-5). Zwar expandieren dort viele Bereiche – allerdings von einem niedrigen Niveau aus. Viele Sparten, insbesondere aus der Gruppe nicht-technischer Beratungs- und Forschungsdienstleistungen (Werbung; Rechts-, Steuer-, Unternehmensberatung; geisteswissenschaftliche FuE) sowie IuK-Dienstleistungen sind in den neuen Bundesländern noch immer deutlich unterrepräsentiert.

Auch die kurzfristige Betrachtung der ausgehenden 1990er Jahre – einer Zeit allgemeinen Wirtschaftsaufschwunges – bestätigt noch einmal deutlich, dass der wissensintensive Dienstleistungssektor in den neuen Bundesländern noch nicht Tritt gefasst hat: In keiner Sparte – seien es Distributions-, IuK-, Finanz-, technische oder nicht-technische Beratungs- und Forschungs-, Gesundheits- oder Mediendienstleistungen – hat die ostdeutsche Wirtschaft das in Westdeutschland angeschlagene Tempo der Beschäftigungsexpansion halten können. Insgesamt hat der wissensintensive Sektor jahresdurchschnittlich nur um 1 % zulegen können, in Westdeutschland immerhin um über 4 %.

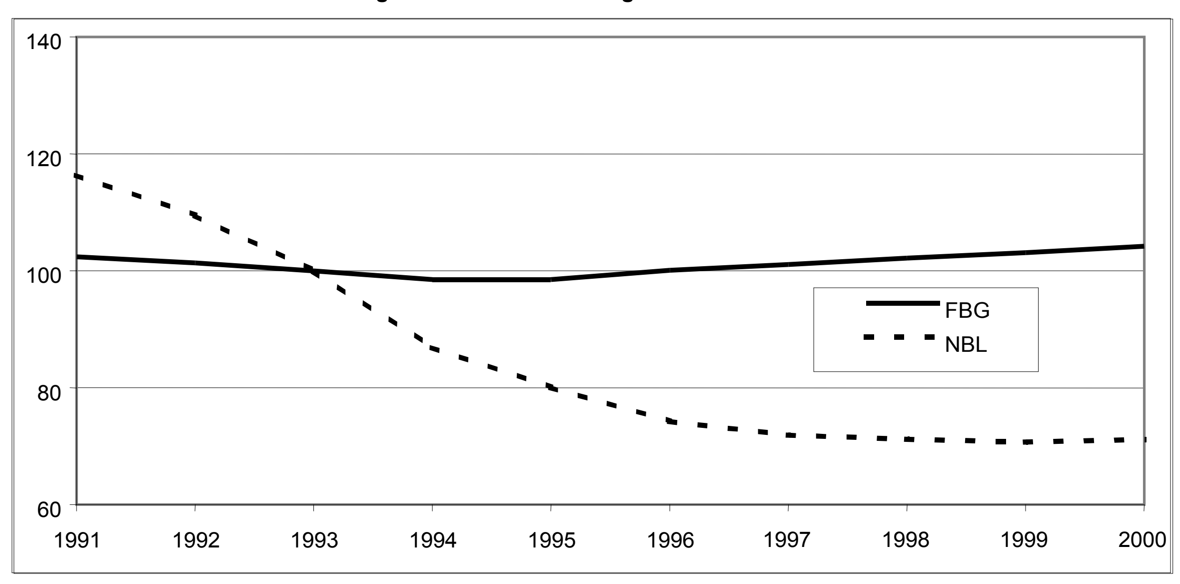
Abb. 2-2: Indizes zur Entwicklung des forschungsintensiven Sektors im Vergleich zu den übrigen industriellen Sektoren*

- 1993 = 100 -

Wertschöpfungsvolumen in West- und Ostdeutschland



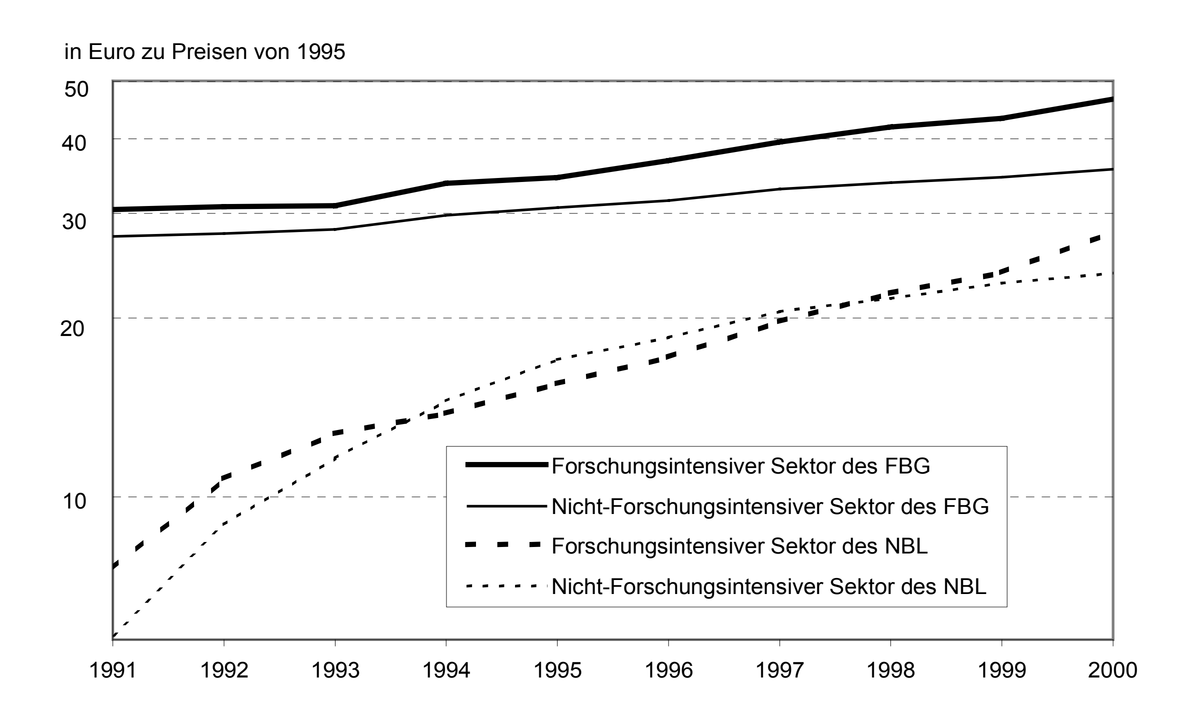
Beschäftigte im früheren Bundesgebiet und in den neuen Ländern

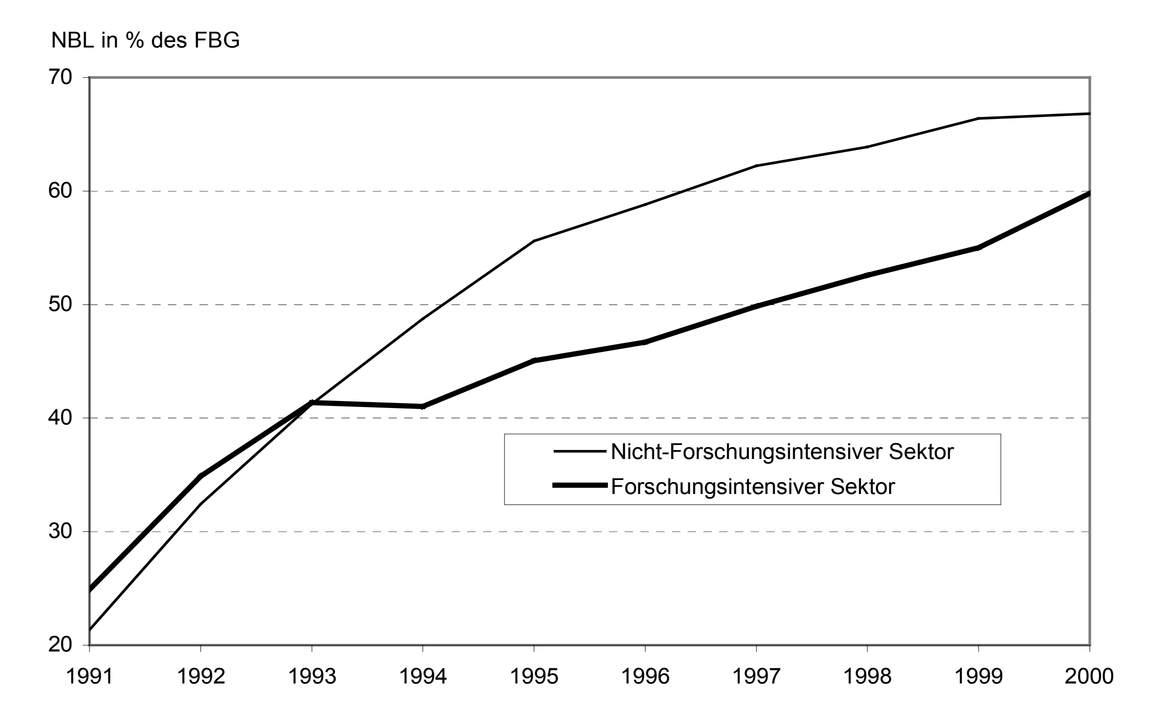


*) Dargestellt ist das jeweilige Verhältnis der Indexwerte vom forschungsintensiven Sektor zu den übrigen Sektoren innerhalb der Industrie.

Quelle: Görzig, Noack (2001). – Berechnungen des NIW. FBG: früheres Bundesgebiet, NBL: neue Bundesländer.

Abb. 2-3: Produktivitätsentwicklung in der Verarbeitenden Industrie 1991 bis 2000 – früheres Bundesgebiet und neue Bundesländer*





Quelle: Görzig, Noack (2001). - Berechnungen des NIW. *) Wertschöpfungsvolumen je Beschäftigtenstunde.

In Ostdeutschland macht sich die Interaktion von Industrie und Dienstleistungen im Innovationsprozess aktuell insofern unangenehm bemerkbar, als der unternehmensnahe Dienstleistungssektor zu seiner kontinuierlichen und dynamischen Entfaltung immer noch zu wenig hochwertige Impulse von Seiten der Industrie bekommt. Denn vor allem dort, wo geforscht, entwickelt und innoviert wird, werden auch komplementär Dienstleistungen zur Vermarktung

und zur Finanzierung der Produkte benötigt. Im allgemeinen expandieren unternehmensorientierte Dienstleistungen dort am schnellsten, wo entsprechende Nachfrage seitens innovativer Industrien besteht. Hieran fehlt es in Ostdeutschland noch ein wenig, und für einen nennenswerten „Export“ von Dienstleistungen in die westlichen Bundesländer dürfte es den ostdeutschen Anbietern an ausreichender Reputation fehlen.

Tab. 2-5: Beschäftigtenentwicklung bei wissensintensiven gewerblichen Dienstleistungen in Deutschland zwischen 1998 und 2000

	Jahresdurchschnittliche Veränderung in %	
	Westdeutschland	Ostdeutschland
Wissensintensive Distributionsdienstleistungen	3,2	-0,1
Wissensintensive IuK-Dienstleistungen	16,9	5,7
Wissensintensive Finanz- und Vermögensdienstl. u. dgl.	1,8	-0,1
Wissensintens. techn. Beratungs - u. Forschungsdienstl.	3,0	-2,5
Wissensintens. nicht-techn. Beratungs - u. Forschungsdienstl.	9,8	5,6
Wissensintensive Gesundheitsdienstleistungen	2,2	0,2
Wissensintensive Mediendienstleistungen	7,7	6,4
Wissensintensive gewerbliche Dienstleistungen insgesamt	4,3	0,9
Nicht-wissensintensive gewerbliche Dienstleistungen insgesamt	3,8	0,1
alle Wirtschaftszweige	**1,7**	**-1,5**

Quelle: Statistisches Bundesamt, Statistik der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten. - Berechnungen des NIW.

So gesehen ist die relativ schwache Dynamik der wissensintensiven Dienstleistungen und das Verharren auf relativ niedrigem Niveau in den neuen Bundesländern zwar erklärbar, aber dies bedeutet zunächst eine Abkehr vom weltweiten Trend zur Tertiarisierung.

2.4 Unternehmensgründungen

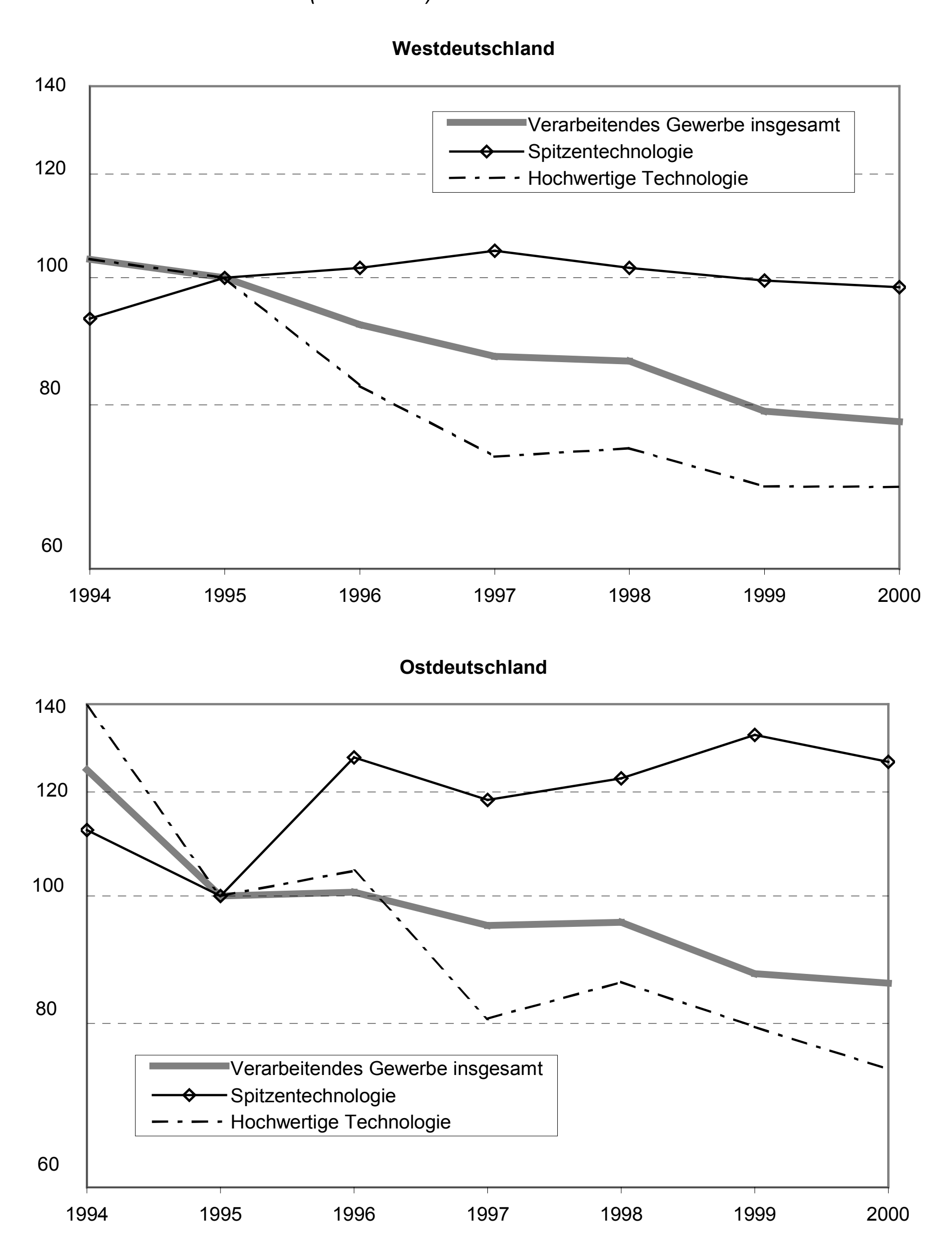
Die schwache Ausstattung mit FuE-Personal in den östlichen Bundesländern ist vornehmlich auf wirtschaftsstrukturelle Besonderheiten zurückzuführen. Unternehmensgründungen stellen die Weichen für eine mögliche Anpassung der Wirtschaftsstruktur an die weltwirtschaftlichen Herausforderungen.

Der Aufbau des Unternehmensbestandes im Osten führte zwar in der ersten Hälfte der 1990er Jahre in allen Branchen zu außerordentlich hohen **Gründungsintensitäten** (Gründungen bezogen auf die Erwerbspersonenzahl). Ab etwa 1995 war dieser Anpassungsprozess jedoch abgeschlossen, wobei insgesamt ein etwas geringerer Unternehmensbesatz als im Westen erreicht wurde (Abb. 2-4). Seit 1995 ist die **Gründungsquote** (Gründungen bezogen auf den Unternehmensbestand) ähnlich jener im Westen, in jüngster Zeit geht sie gar zurück. Allerdings ist die Zahl der mit Unternehmensgründungen unmittelbar geschaffenen Arbeitsplätze in den östlichen Bundesländern im Schnitt leicht höher als im Westen. Dieser Abstand gilt für fast alle Branchen, insbesondere aber für das Verarbeitende Gewerbe.

Die Struktur der Gründungen in den Neuen Bundesländern weist jedoch einige Unterschiede zu jener im Westen auf:

- Das **Baugewerbe** nimmt mit 20 % ein doppelt so hohes Gewicht bei den Gründungszahlen ein. In der forschungsintensiven Industrie kommt der Spitzentechnologie eine größere Bedeutung als im Westen zu.

Abb. 2-4: Entwicklung der Gründungen in der Spitzen- und Hochwertigen Technologie 1994-2000 in West- und Ostdeutschland (1995=100)



Quelle: ZEW, Mannheimer Gründungspanel. - Berechnungen des ZEW. Werte für 2000 vorläufig.

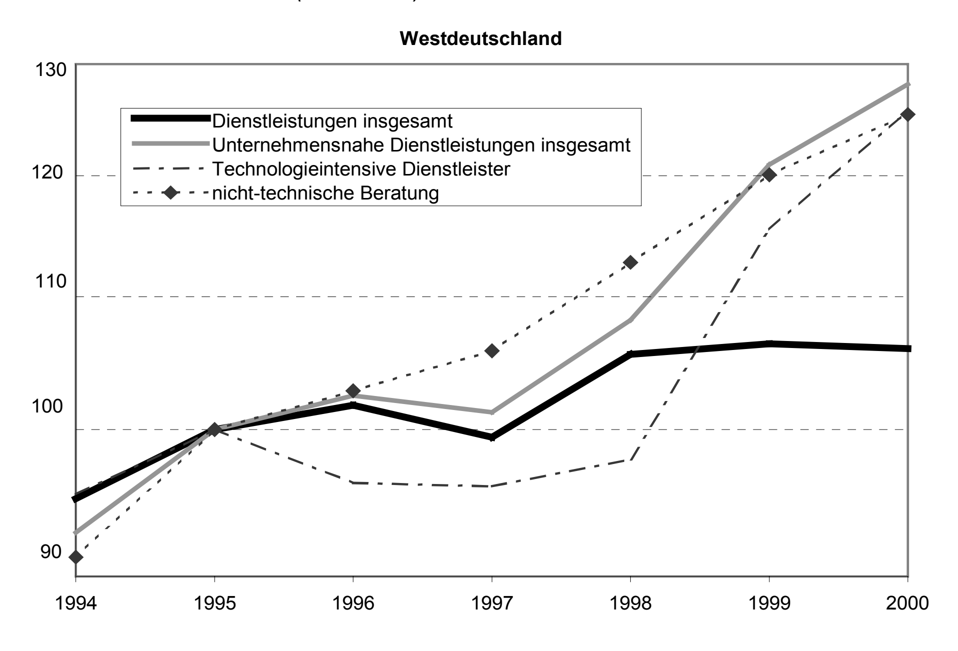
- Insbesondere in den sehr **forschungsintensiven Segmenten** des Maschinen- und Instrumentenbaus sowie bei EDV-Geräten ist die Gründungsdynamik ausgesprochen hoch. Insofern ist – was bei den Patenten und in FuE schon sichtbar wurde – langfristig eine Bereicherung der Technologieszene in Deutschland möglich, wenn ein größerer Teil der Unternehmen überleben sollte (Abb. 2-5). Es darf jedoch nicht übersehen werden, dass

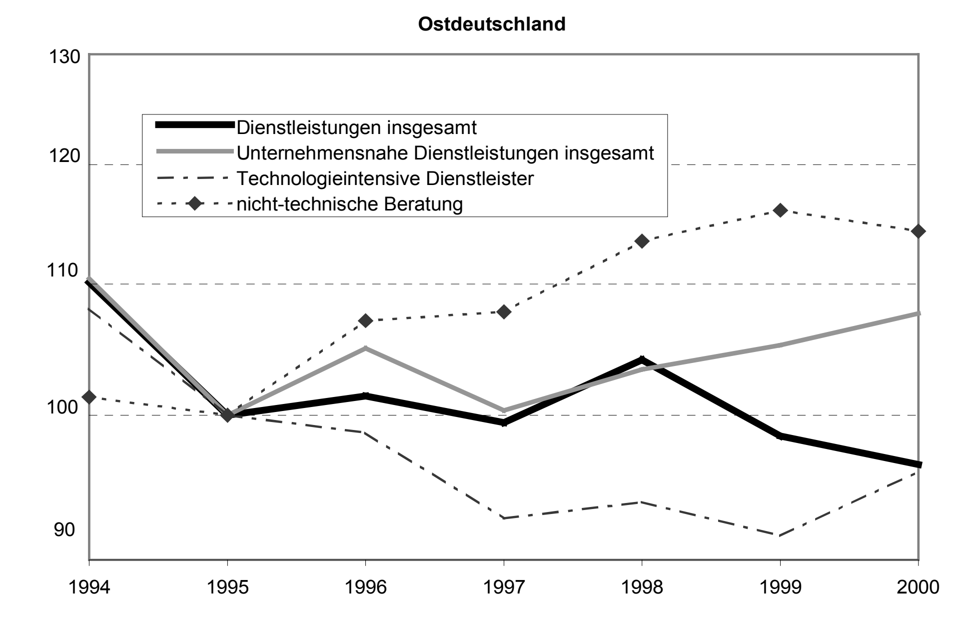
der Anteil der Gründungen auch im Spitzentechnologiesektor (gut 9 %) noch leicht unterhalb des in Westdeutschland erreichten Wertes (10½ %) liegt.

- Bei **technologieintensiven Dienstleistungen** und im Bereich nicht-wissensintensiver unternehmensnaher Dienstleistungen ist der Rückstand gegenüber dem Gründungsgeschehen in den westlichen Bundesländern hingegen deutlich, die Dynamik ist schwach und die Zahlen sind z. T. rückläufig.

Das **Gründungsklima** ist in den östlichen Bundesländern schlecht. Ernüchterung ist eingetreten – insbesondere hinsichtlich der Beurteilung der mit Gründungen verbundenen Einkommenschancen.

Abb. 2-5: Gründungen im wissens- und technologieorientierten Dienstleistungsbranchen 1994-2000 in West- und Ostdeutschland (1995=100)





Quelle: ZEW, Mannheimer Gründungspanel. - Berechnungen des ZEW. Werte für 2000 vorläufig.

2.5 Fazit

Alles in allem stellt sich die Frage, ob an der bisherigen Förderpraxis der technologischen Leistungsfähigkeit in den neuen Bundesländern **Korrekturbedarf** besteht.

- Die **Förderung von FuE** in der Breite hat die Unternehmen am Innovieren gehalten, was nicht zuletzt der Sicherung von Beschäftigung und Qualifikationen zu Gute gekommen ist. Die Bündelung von Kompetenzen ist dabei möglicherweise etwas zu kurz gekommen. Das Förderprogramm InnoRegio (sowie weitere Maßnahmen der Bundesregierung) mag eine weitere Verzettelung verhindert haben. Eine zukunftsorientierte Förderstrategie für die neuen Länder sollte auf die Qualität der Projektanträge achten: Erfolgreiche Unternehmen und Projekte sind zu belohnen.
- Den vereinzelt auftretenden Spitzentechnologieunternehmen und -instituten – die zweifellos eine enorme Bereicherung des deutschen Kompetenzspektrums darstellen – fehlt es noch an **Ausstrahlungskraft**. Die breite Masse an Innovatoren – an denen es zahlenmäßig nicht fehlt – ist kaum aufnahmefähig für Impulse aus diesen Unternehmen und Einrichtungen.
- Die **Wirtschaftsstruktur** in Ostdeutschland ist noch zu wenig auf forschungs- und wissensintensive Wirtschaftszweige ausgerichtet. In diese Richtung sollte sich – verbunden mit Maßnahmen zur Verbesserung des Gründungsklimas – vor allem die Regionalförderung mit geeigneten Instrumenten bewegen.

Bei allen Vergleichen ist in Rechnung zu stellen, dass der implizite Maßstab für die Beurteilung der neuen Bundesländer – nämlich die westdeutsche Wirtschaft – aus ökonomischer Sicht als problematisch anzusehen ist. Den Besonderheiten des ostdeutschen Innovationssystems wird man mit dieser kursorischen Indikatorenbetrachtung nur begrenzt gerecht. Dies ist im Vorspann zu diesem Abschnitt bereits angedeutet worden.

Insbesondere bei einer jährlichen Betrachtungsweise wird man feststellen: Die Integration der neuen Bundesländer in den internationalen Technologiewettbewerb kommt nur langsam voran. Die vergleichsweise geringe Bedeutung forschungs- und wissensintensiver Wirtschaftszweige, der geringe Industriebesatz sowie zu wenig forschende Unternehmen sind ein Indiz dafür. Der „Konvergenzprozess“ ist ins Stocken geraten. Dies schließt vereinzelte, sektoral und regional konzentrierte Technologie- und Wachstumspole nicht aus, die durchaus Anschluss an die technologisch fortgeschrittenen Regionen in den alten Ländern gewonnen haben. Der vielfach grundlegende Neuaufbau hat z. T. die Chance geboten, Lücken schließen zu helfen, die sich im Laufe der Zeit im traditionellen Technologiespektrum der westdeutschen Wirtschaft aufgetan haben. Dies sind auch die Anknüpfungspunkte für eine Stärkung regionaler Entwicklungsschwerpunkte und für die Herausbildung überregional und international bedeutender Innovationszentren, die auch die Technologische Leistungsfähigkeit Deutschlands insgesamt stärken könnte.

3 Aufhol-Länder im internationalen Technologiewettbewerb

Technologische Vorteile der hoch entwickelten Industrieländer gegenüber der übrigen Welt sind nicht auf ewig zementiert. Zwar werden rund zwei Drittel der Weltexporte von hoch entwickelten Volkswirtschaften geliefert, aber die internationalen Märkte für forschungsintensive Waren werden seit geraumer Zeit zunehmend auch durch aufstrebende Schwellenländer („Aufhol-Länder“) bedient, insbesondere aus dem asiatischen Raum. Diese **neuen Konkurrenten** bieten nicht nur auf Grund ihrer niedrigeren Einkommens- und Kostenposition den etablierten Ländern Paroli, sie können sich auch im Technologie- und Qualitätswettbewerb messen lassen. Hoch entwickelte Länder haben längst kein Monopol mehr auf FuE und auf forschungsintensive Produktion. Das Teilnehmerfeld am weltweiten Innovationswettbewerb ist breiter geworden.

Von den durch diesen Strukturwandel angeregten Veränderungen der internationalen Arbeitsteilung profitieren aber auch grundsätzlich die hoch entwickelten Länder. Denn mit zunehmendem Entwicklungsstand der Aufhol-Länder geht deren **Importnachfrage** immer stärker in Richtung der Angebotspalette jener Länder mit hochwertigen, differenzierten Gütern und Dienstleistungen.

Mit welchen Erfolgsaussichten sich Aufhol-Länder intensiver in den internationalen Technologiewettbewerb einmischen können, muss sich im Wesentlichen an den gleichen Fundamentalfaktoren messen lassen, die sich für die Hocheinkommenländer als relevant herausgestellt haben: Entscheidend wird es auf die Anstrengungen in Bildung und Wissenschaft, Forschung und Technologie, auf die Leistungsfähigkeit der Bildungs- und Ausbildungssysteme, auf die Umsetzung des Wissens in technologische Neuerungen sowie auf die Durchsetzungsfähigkeit auf den Weltmärkten und auf die Offenheit der Inlandsmärkte ankommen.

Unter diesen Gesichtspunkten als besonders relevant müssen folgende Ländergruppen gelten:

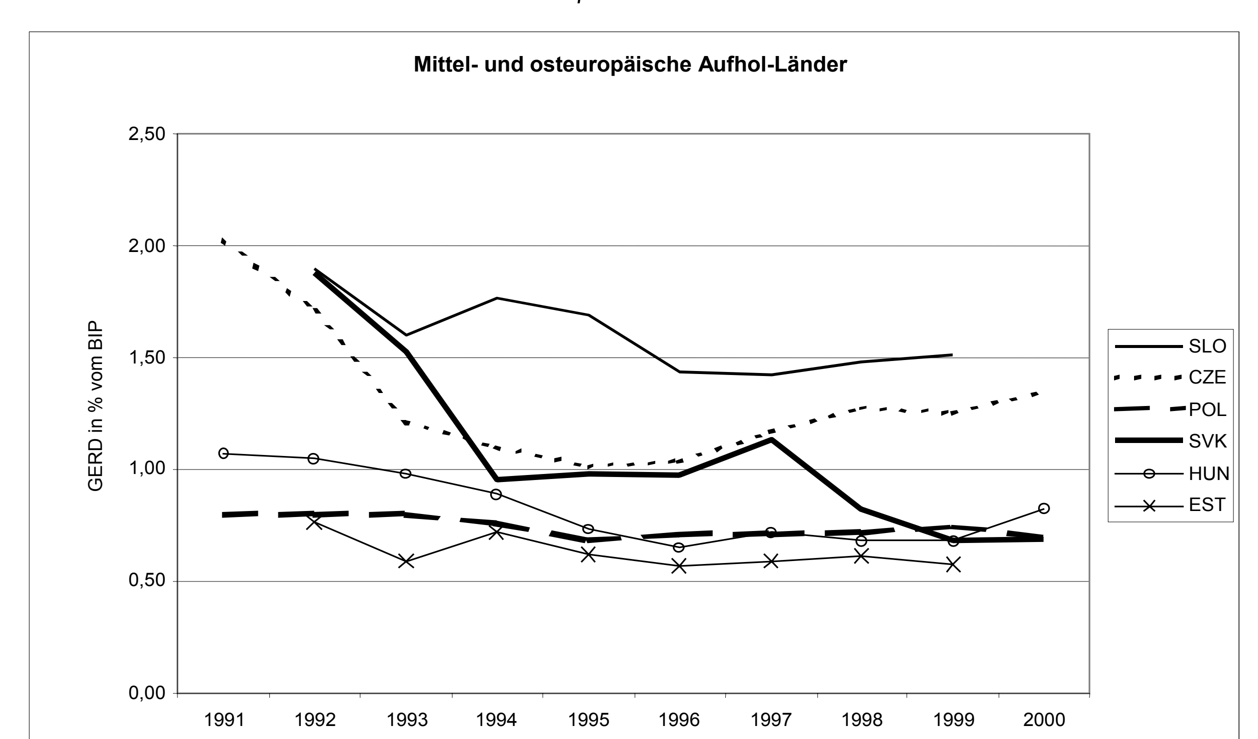
- zum einen die asiatischen „**Tigerstaaten**“ Republik Korea, Taiwan und Singapur, die mittlerweile der Spitzengruppe der forschungsintensiv produzierenden Volkswirtschaften schon nahe gekommen sind,
- zum zweiten die mittel- und osteuropäischen **Reformstaaten** Tschechische Republik, Slowakei, Polen, Ungarn und Slowenien, die auf Grund ihrer räumlichen und kulturellen Nähe für Deutschland besonders interessant sind, ebenso wie Estland für den EU-Beitritt kandidieren und auf gewachsene industrielle Traditionen auf höherem Niveau zurückblicken können,
- zum dritten mit Malaysia und den Philippinen zwei weitere **Asean-Länder**, die sich auf Partialmärkten (z. B. der Mikroelektronik) bereits Respekt verschafft haben und
- vor allem ihres in jeder Beziehung großen Gewichts wegen (Bevölkerung, Markt usw.) **Indien** und **China**.

3.1 Forschung und Entwicklung

Zwischen den mittel- und osteuropäischen Reformstaaten sowie den Aufhol-Ländern Südostasiens sind grundsätzlich unterschiedliche Tendenzen in Niveau und Dynamik der **FuE-**

Anstrengungen bzw. der FuE-Intensität in den 1990er Jahren zu beobachten (Abb. 3-1, Abb. 3-2).[1]

Abb. 3-1: FuE-Intensität in mittel- und osteuropäischen Aufhol-Ländern 1991-1999*



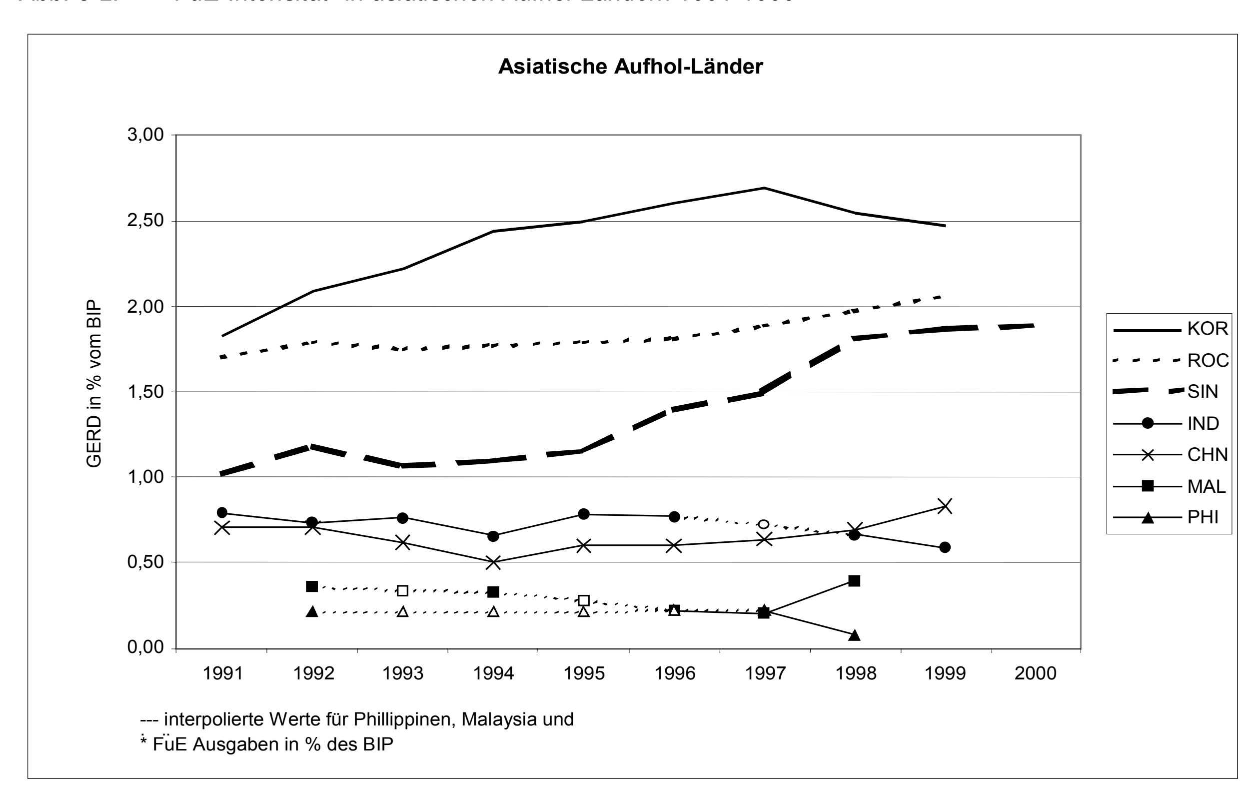
- In allen **mittel- und osteuropäischen Reformstaaten** ist nach dem gesellschaftlichen Wandel Ende der 1980er Jahre und in Folge der durch den Transformationsprozess ausgelösten Veränderungen der Marktbeziehungen ein starker Rückgang der Anfang der 1990er Jahre z. T. sehr hohen FuE-Intensität zu beobachten. Dieser Abwärtstrend konnte erst Mitte der 1990er Jahre gestoppt werden - Ausnahme: Slowakei. Die Länder konnten meist ihr FuE-Verhalten stabilisieren – allerdings auf einem deutlich niedrigeren Niveau. An der Spitze rangieren Slowenien und Tschechien, die auch Anfang der 1990er Jahre vorne lagen. Die insgesamt stärksten Einbrüche erlitt die Slowakei. In Ungarn und Polen verlief der Anpassungsprozess nach unten von niedrigerem Niveau aus flacher. Estland rangiert am Ende der FuE-Skala dieser Gruppe.
- **Korea**, **Taiwan** und **Singapur** sind hingegen – von einem niedrigen Niveau aus startend – auf einem mittlerweile lang anhaltenden Aufwärtstrend. Korea erreichte bereits im Jahre 1994 die deutsche FuE-Intensität und liegt – trotz finanzieller Krise und FuE-Einbruch Ende der 1990er Jahre – immer noch vor Deutschland. Auch Singapur und Taiwan haben ein FuE-Niveau, das einem hoch entwickelten europäischen Land gut zu Gesicht steht.
- **Chinas** und **Indiens** FuE-Intensität steht heute den FuE-Intensitäten der meisten mittel- und osteuropäischen Reformstaaten kaum nach. Sie haben in den 1990er Jahren die Plätze getauscht: China liegt im Aufwärtstrend, während Indien stagniert.

---

[1] EST: Estland, POL: Polen, SVK: Slowakei, SLO: Slowenien, CZE: Tschechische Republik, HUN: Ungarn, KOR: Korea, ROC: Taiwan, SIN: Singapur, IND: Indien, CHN: China, MAL: Malaysia, PHI: Philippinen; GERD: Gross Domestic Expenditure on Research and Development (gesamtwirtschaftliche FuE-Aufwendungen).

- Der FuE-Anteil am Inlandsprodukt in **Malaysia** bzw. den **Philippinen** entspricht dem typischen Anteil für Entwicklungsländer in der Imitationsphase ohne eigenständiges technologisches Profil. Er ist beinahe vernachlässigbar; allerdings rückt Malaysia vor, während die Philippinen weiter zurückfallen.

Abb. 3-2: FuE-Intensität in asiatischen Aufhol-Ländern 1991-1999*



Diese Eckdaten vermitteln natürlich nur ein grobes Bild über den Rang von Forschung und Technologie dieser Länder im jeweiligen Entwicklungsprozess. Für die technologische Leistungsfähigkeit dieser Länder entscheidend sind auch die **inneren Strukturen des „FuE-Systems“** (Annex A-3-1).

- Etwa die Hälfte der Länder weist ähnliche FuE-Strukturen auf wie hoch entwickelte Staaten. Sowohl Slowenien, Tschechien und die Slowakei unter den mittel- und osteuropäischen Reformstaaten als auch Korea, Singapur und Taiwan haben einen hohen **Anteil an Unternehmensforschung**. In diesen Ländern überwiegt auch der Unternehmensanteil an der FuE-Finanzierung. Allerdings weisen nur die „Tigerstaaten“ auch gleichzeitig FuE-Ausgaben- und -Personalintensitäten wie die westlichen Industrienationen auf.
- Der Teil der FuE, der in **öffentlich** geförderten **Einrichtungen** bzw. an **Hochschulen** durchgeführt wird, ist – dem typischen Entwicklungsmuster folgend – in den fortgeschritteneren Volkswirtschaften bereits stark reduziert. Unabhängig davon stellt der Hochschulanteil in den meisten Ländern innerhalb des „öffentlichen FuE-Sektors“ meist den kleineren Anteil dar (Ausnahme: Estland). Dies dürfte damit zusammenhängen, dass in den meisten Aufhol-Ländern FuE noch stärker als in den avancierten Volkswirtschaften in den Dienst eigenständiger staatlicher Ziele gestellt wird; hier eignen sich außeruniversitäre Einrichtungen besser als Hochschulen, die vornehmlich der Ausbildung und der wissenschaftlichen Forschung verpflichtet sind.
- In Estland, Polen und Ungarn sowie in den weniger entwickelten asiatischen Ländern spielt der Staat noch die entscheidende Rolle in der **FuE-Finanzierung**. Im Zusammen-

hang mit einem niedrigen Durchführungsanteil der Industrie mag dies auf eine wenig forschungsorientierte Industrie zurückzuführen sein. Andererseits weist der Umstand - sowohl in China und Malaysia als auch in Polen und Ungarn, wo FuE zumindest mehrheitlich in Unternehmen durchgeführt wird – auf eine verstärkte staatliche FuE-Förderung hin. Mit Ausnahme von Estland haben diese Länder auch eine sehr niedrige FuE-Personalintensität.

- **China** und **Indien** bilden auf Grund ihrer Größe eine Besonderheit unter den Aufhol-Ländern. Die extremen regionalen Disparitäten in diesen Ländern drücken sich in bevölkerungsreichen agrarischen Zonen aus, während in wenigen Wirtschaftszentren der wirtschaftliche Anschluss an die hoch entwickelten Volkswirtschaften gesucht wird. Bei einer regional differenzierten Betrachtung dieser Länder würden sich die FuE-Indikatoren ganz anders darstellen. Denn absolut haben die FuE-Aufwendungen wie die personelle Ausstattung der FuE-Einrichtungen im Vergleich zu den anderen Aufhol-Ländern ein erhebliches Gewicht: China gab im Jahre 1999: 37,6 Mrd. $ für FuE aus und lag damit auf Platz 4 in der Welt. Korea hat 18½ Mrd. $ für FuE ausgegeben (zum Vergleich: 48 Mrd. $ in Deutschland). Indien rangiert mit 2,3 Mrd. $ bspw. noch hinter Taiwan (9,6 Mrd. $) und Polen (2,5 Mrd. $). Noch extremer zeichnen sich die Unterschiede beim FuE-Personal ab: In China sind über 820 Tsd. Personen[2] in FuE tätig, nur in Russland (870 Tsd.), Japan (990 Tsd.) und den USA (mit vermutlich knapp zwei Millionen Menschen) arbeitet mehr Personal für FuE. Indien verweist auf einen FuE-Personalstamm von fast 190 Tsd. Menschen und belegt nach Deutschland, Frankreich und Großbritannien Platz 7.
- Die **sektoralen Schwerpunkte** der Industrieforschung konzentrieren sich in den entwickelteren asiatischen Staaten stark auf Elektrotechnik/Elektronik, erst mit großem Abstand folgen Fahrzeuge und Chemie. Gerade in der Elektronischen Industrie (IuK-Technik), aber auch in der Biotechnologie, „veraltet" das technologische Wissen schnell. Hier ist einerseits ein hoher FuE-Aufwand erforderlich, um mit der Entwicklung des technischen Wissens Schritt zu halten. Andererseits bedeuten hohe Abschreibungsraten des Wissensbestandes aber auch, dass ein Aufschließen an die führenden Länder rascher möglich ist, denn der in der Vergangenheit akkumulierte Wissensbestand spielt in diesen Sektoren eine tendenziell geringere Rolle. In den mittel- und osteuropäischen Reformstaaten sind die sektoralen FuE-Schwerpunkte hingegen weniger konzentriert und – nach mitteleuropäischer Tradition – insgesamt breiter gestreut (Maschinen-, Fahrzeugbau, Elektrotechnik/Elektronik, Chemie/Pharmazie). Tendenziell schimmert das Bild durch, dass sich die asiatischen Staaten mit großer Energie der Spitzentechnologie widmen, während sich die mittel- und osteuropäischen Reformstaaten eher den traditionellen forschungsintensiven Industrien zugewandt haben. Die technologi(epoliti)schen Schwerpunkte spiegeln sich relativ eindeutig auch im Muster der Außenhandelsspezialisierung wieder (Kapitel 3.4).

Bei der **Beurteilung der FuE-Intensität** der Aufhol-Länder darf folgendes nicht übersehen werden: Die z. T. recht hohen laufenden FuE-Anstrengungen weisen auf Aufholeffekte hin. Sie bedeuten in der Regel jedoch nicht, dass das kumulierte technische Wissen bereits auch nur annähernd mit dem in den Industrieländern erreichten standhalten kann. Insofern ist hinsichtlich der Auswirkungen der FuE-Anstrengungen auf die internationale Wettbewerbsposition mit Wirkungsverzögerungen zu rechnen.

---

[2] Vollzeitäquivalente.

3.2 Bildung und Qualifikation

Bildung und Qualifikation haben insbesondere in den mittel- und osteuropäischen Reformstaaten einen hohen Stellenwert. Die **Bildungsausgaben** bewegen sich – verglichen mit dem Inlandsprodukt – seit langem auf hohem Niveau, sind jedoch seit Mitte der 1990er Jahre mit Ausnahme Sloweniens leicht rückläufig (Tab. 3-1). Estlands Bildungsanstrengungen sind mit einem Inlandsproduktanteil von über 7 % unter den hier betrachteten Ländern am intensivsten. Auch Slowenien und Polen weisen Werte auf, die über dem OECD-Durchschnitt (5,3 %) liegen. Ungarn liegt mit 4,6 % auf gleicher Höhe wie Deutschland, wohingegen in Tschechien und in der Slowakei die Bildungsausgabenintensität auf einen Wert gesunken sind, der unterhalb Deutschlands liegt.

Tab. 3-1: Ausgaben für Bildung und Qualifikation der Erwerbsbevölkerung in ausgewählten Aufhol-Ländern

	Staatsausgaben für Bildung in % des BIP		Anteil hoher Beamter, Führungskräfte, Wissenschaftler und Techniker an den Erwerbspersonen insgesamt in %[1]	Anteil der Bevölkerung zwischen 25 und 64 Jahren mit einer tertiären Ausbildung in %
	1995	1998	1998	1998
EST	7,9	7,2[4]	37,9	k.A.
POL	5,5	5,4	28,0	11
SVK	4,6	4,2	32,0	k.A.
SLO	5,0	5,7[5]	27,6	k.A.
CZE	4,9	4,3	34,4	10
HUN	4,9	4,6	30,8	13
CHN	2,4	2,5[4]	k.A.	4
IND	3,1	2,4[3]	k.A.	6[3]
KOR	3,6	4,1	18,7[2]	22
MAL	3,9	4,8	14,6	8
PHI	3,0	3,5[4]	8,0[2]	11[5]
SIN	2,8	3,6	39,8	15[5]
ROC	5,2	4,8	k.A.	18[5]
Nachrichtlich:				
GER	4,7	4,6	38,1	23
OECD	5,4	5,3	k.A.	21

Quelle: Lokale Quellen. - OECD. - Unesco. - ILO. - IMD. - Berechnungen des NIW. 1) ISCO-88 (International Standard Classification of Occupations) - Hauptgruppe 1 - 3. 2) Zweifel an der Qualität der Daten. 3) 1996, 4) 1997, 5) 1999.

Die asiatischen Aufhol-Länder haben ihre Anstrengungen in der zweiten Hälfte der 1990er Jahre hingegen z. T. stark forciert. Vor allem Malaysia, Korea, Singapur und die Philippinen haben ihre öffentlichen Bildungsausgaben am stärksten ausgeweitet. Sie bewegen sich insgesamt jedoch auf einem niedrigeren Niveau als die mittel- und osteuropäischen Reformstaaten. Lediglich Taiwan und Malaysia liegen mit 4,8 % vor Deutschland. Indien und China rangieren mit rund 2½ am unteren Ende.

Entsprechend den Bildungsausgaben ist das **Qualifikationsniveau** der Erwerbsbevölkerung in den mittel- und osteuropäischen Reformstaaten weitaus höher als in den asiatischen Aufhol-Ländern, mit Ausnahme des Stadtstaates Singapur. Estland hat den höchsten Anteil höher und hoch qualifizierter Erwerbstätiger (38 % sind hohe Beamte, Führungskräfte, Wissenschaftler, Techniker) und kommt damit Deutschland sehr nahe. Slowenien liegt unter den

mittel- und osteuropäischen Reformstaaten am Ende (knapp 28 %) und gehört mit der Slowakei zu denjenigen Ländern, in denen das (so definierte) Qualifikationsniveau eher nachlässt. In den mittel- und osteuropäischen Reformstaaten droht – als Konsequenz aus ausreichend hohem Bildungsstand und Qualifikationsniveau auf der einen Seite sowie vergleichsweise niedrigem technologischem Niveau auf der anderen Seite – ein „brain drain".

Trotz der etwas unzureichenden Datenverfügbarkeit in Asien ist zu erkennen, dass sich der Anteil höher und hoch qualifizierter Erwerbspersonen permanent erhöht hat. Singapur ragt mit 40 % aus dieser Gruppe heraus. In Korea, dem Land mit der höchsten FuE-Intensität unter den Aufhol-Ländern, zeigt der hohe Anteil von Erwerbspersonen mit universitärem Tertiärabschluss, dass zumindest in die Spitze hinein intensive Bildungsanstrengungen unternommen werden.

Die Philippinen stehen – wie bei FuE – ganz am Ende der Rangliste derjenigen Länder, für die Zahlen zur Verfügung stehen. Zieht man jedoch noch andere Indikatoren zu Rate – wie z. B. den Anteil der erwerbsfähigen Bevölkerung mit Tertiärabschluss, dann müssten Indien und China noch weiter hinten einzuordnen sein. Auch Malaysia schneidet bei diesen Indikatoren relativ schwach ab.

Die Beurteilung des jeweiligen Bildungssystems anhand der Bedürfnisse der Wirtschaft ergibt z. T. ein gegensätzliches Bild zu den jeweiligen finanziellen Anstrengungen der Länder. Nach dem Urteil internationaler Manager befinden sich Estland, Slowenien und Polen sowie Malaysia in der unteren Hälfte von knapp 50 Vergleichsländern. Chinas und Koreas Bildungssysteme werden mit am schlechtesten bewertet. Die Philippinen und Indien belegen einen Platz im Mittelfeld hinter Deutschland, wohingegen die Bildungssysteme in Singapur, Taiwan, Ungarn, Slowakei und Tschechien als besser auf die Bedürfnisse der Wirtschaft zugeschnitten bewertet werden. Diese Urteile sind natürlich weniger von objektiven Gegebenheiten geprägt als von subjektiven Einschätzungen. Allerdings: Solange diese Einschätzung Einfluss auf unternehmerische Investitionsentscheidungen in diesen Ländern nimmt, muss man sie ernst nehmen.

3.3 Leistungsfähigkeit des Wissenschafts- und Innovationssystems

Wie wirken sich die Anstrengungen der Aufhol-Länder in Bildung, Wissenschaft und Forschung aus? Wie intensiv sind sie in die internationale wissenschaftliche Diskussion einbezogen, wie häufig kommen sie auf den internationalen Technologiemärkten mit technologischen Neuerungen zum Vorschein? Wo liegen die Schwerpunkte? Fragen, die sich teilweise mittels einer Publikations- und Patentanalyse nach Anteilen und Spezialisierungen beantworten lassen.

Leistungsfähigkeit des Wissenschaftssystems

Gemessen an den weltweiten wissenschaftlichen **Publikationen** haben die hier betrachteten Aufhol-Länder deutliche Fortschritte gemacht (Tab. 3-2). Sie haben sich zunehmend durch eigene Beiträge in die internationale Diskussion eingemischt. Ihr Anteil ist in den 1990er Jahren um zwei Prozentpunkte auf insgesamt gut 9 % gestiegen, was dem Anteil Deutschlands an den Publikationen entspricht.

Tab. 3-2: Anteile ausgewählter Aufhol-Länder bei Publikationen und Patenten in %

	Publikationen		Patente[b]	
	91-95	96-00	90-94	95-99*
KOR	0,51	0,98	0,39	0,87
ROC	0,73	0,95	0,21	0,20
SIN	0,20	0,29	0,07	0,13
MAL	0,07	0,08	0,01	0,02
PHI	0,04	0,04	0,01	0,01
IND	2,22	2,12	0,05	0,14
CHN	1,41	2,09	0,07	0,18
HOK	0,23	0,30	0,07	0,05
POL	0,92	1,01	0,04	0,05
CZE[a)]	0,20	0,39	0,03	0,07
HUN	0,44	0,45	0,10	0,10
SLO[a)]	0,07	0,12	0,03	0,03
SVK[a)]	0,12	0,20	0,01	0,02
EST[a)]	0,03	0,05	0,00	0,01

Quelle: SCIsearch. - Berechnungen des FhG-ISI. * 1998 und 1999 hochgerechnet.
a) Daten erst ab 1993 bzw. 1994 verfügbar. b) Patente am EPA.

Die für die technologische Leistungsfähigkeit besonders relevanten natur- und ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen stehen bei der Schwerpunktsetzung und Kompetenzbildung in der Wissenschaft offensichtlich besonders im Fokus. Denn dort sind die wissenschaftlichen Outputs in der Regel etwas schneller in die Höhe geklettert.

- Dies hat dazu geführt, dass die Naturwissenschaften mittlerweile in fast allen Ländern (Ausnahme: Philippinen) eine weit überdurchschnittliche Stellung einnehmen.
- Die asiatischen Länder haben zusätzlich einen weiteren Schwerpunkt in den Ingenieurwissenschaften gesetzt.
- Die mittel- und osteuropäischen Reformstaaten haben relative Stärken in den Agrarwissenschaften.
- Allen Ländern ist gemeinsam: Der Sektor Medizin und die Lebenswissenschaften zählen nicht zu den Stärken im wissenschaftlichen Profil.

Diese Strukturdaten belegen einen hohen Stand der Ausbildung in den natur- und ingenieurwissenschaftlichen Fakultäten (Tab. 3-3), insbesondere in Asien. Internationale Leistungsvergleiche von Schülern[3] bringen ähnliches zum Ausdruck. Koreanische Schüler haben bspw. auch in dem jüngst veröffentlichten PISA-Report in den Leistungen in Lesen, Mathematik, Naturwissenschaften und im Verständnis von Dokumenten beinahe ausnahmslos hervorragend abgeschnitten – im Gegensatz zu Deutschland und den mittel- und osteuropäischen Reformstaaten.

Dies sollte Deutschland zu denken geben: Durch den raschen Weg einiger asiatischer Länder zu hochwertigen Technologiestandorten stehen diese kaum als Auswanderungsländer für hoch Qualifizierte zur Verfügung, da die inländische Nachfrage nach Fachkräften wächst

3 Vgl. OECD (2001b).

und deren Berufs- und Einkommensaussichten im Inland so schlecht nicht sind. Deutschland kann und sollte daher nicht darauf vertrauen, Defizite in der eigenen „Produktion“ von hoch Qualifizierten druch Importe ausgleichen zu können. Auch der Weltmarkt zeigt hier eher die Tendenz zu Angebotsknappheit.

Tab. 3-3: Spezialisierung der Aufhol-Länder in den 1990er Jahren nach Wissenschaftssegmenten

	Agrarwiss.		Medizin		Ingenieurwiss.		Lebenswiss.		Nat.-Wiss.	
	91-95	96-00	91-95	96-00	91-95	96-00	91-95	96-00	91-95	96-00
KOR	-65	-43	-82	-60	60	69	-62	-25	51	60
ROC	-40	-29	-47	-21	67	70	-41	-25	17	25
SIN	-51	-52	-41	-43	74	82	-42	-42	-21	21
MAL	66	65	-21	-28	-34	12	-27	-40	-10	21
PHI	92	92	-67	-48	-82	-82	-41	-29	-85	-69
IND	52	45	-84	-80	17	8	-62	-63	37	40
CHN	-74	-64	-89	-88	33	47	-76	-72	65	71
HOK	-60	-33	32	8	30	63	-9	-22	-15	17
POL	-34	-24	-94	-88	2	-5	-60	-50	60	61
CZE[a)]	42	49	-94	-86	-16	-3	-47	-18	46	64
HUN	8	6	-80	-70	-39	-35	-17	-10	38	46
SLO[a)]	-52	-12	-70	-43	25	36	-43	-24	41	51
SVK[a)]	53	53	-97	-92	-22	-28	-44	-27	38	61
EST[a)]	3	48	-77	-55	-18	-4	-35	-2	45	47

Quelle: SCIsearch. - Berechnungen des FhG-ISI. Positive Werte: Überdurchschnittlich hoher Anteil an Publikationen in diesem Segment. a) Daten erst ab 1993 bzw. 1994 verfügbar. Spezialisierungsindex RLA (Relativer Literaturanteil) analog RPA (für Patente); vgl. Grupp 1997, S. 173 und 182.

Leistungsfähigkeit der technologischen Forschung

Es ist angesichts der in den Aufhol-Ländern im Vergleich zur öffentlichen Forschung noch schwachen industriellen Forschung und der meist noch geringen Verankerung auf den europäischen Märkten zu erwarten, dass diese Ländergruppe bei den europäischen **Patentanmeldungen** natürlich bei weitem noch nicht den Rang einnimmt wie bei den weltweiten wissenschaftlichen Publikationen. Dennoch ist mit einer Anteilssteigerung von gut 1 % auf knapp 2 % im letzten Jahrzehnt eine deutliche Dynamik auf niedrigem Niveau zu konstatieren. Die internationale Verwertbarkeit des originären technischen Wissens aus Aufhol-Ländern hat zugenommen.

Allerdings sind bei europäischen Patenten zwei Einflussfaktoren zu berücksichtigen: Zum einen die Leistungsfähigkeit der industriellen FuE, und zum anderen das Geschäftsgebaren, hier vornehmlich die kommerzielle Ausrichtung auf den europäischen Markt. Interessanterweise sind die größten Anteilszuwächse jedoch nicht in den mittel- und osteuropäischen Reformstaaten zu finden – man hätte erwartet, dass sie im Vorfeld ihres EU-Beitritts zunehmend ihr Wissen in die europäischen Märkte bringen - sondern fast ausschließlich in Asien, insbesondere in Korea, Indien und China. Korea allein trägt fast zur Hälfte zum europäischen Patentaufkommen dieser Ländergruppe bei; dort ist der Internationalisierungsgrad auch mit Abstand am weitesten fortgeschritten. Bei einem anderen Maßstab – bspw. der

Orientierung am amerikanischen Markt, zu dem gerade die asiatischen Aufhol-Länder eine größere Affinität haben – wäre das Ergebnis möglicherweise noch eindrucksvoller gewesen.

Tab. 3-4: Patentspezialisierung der Aufhol-Länder in den 1990er Jahren nach Technikfeldern am EPA

	Elektrotechnik		Instrumente		Chemie		Prozesstechnik		Maschinenbau	
	90-94	95-99*	90-94	95-99*	90-94	95-99*	90-94	95-99*	90-94	95-99*
KOR	60	51	-66	-37	-7	-20	-69	-40	-8	-32
ROC	24	21	-57	-50	-79	-49	-37	-40	60	46
SIN	66	65	-69	-71	-9	-23	-57	-44	-37	-63
MAL	-15	-7	-28	-95	35	-6	-1	21	-8	-11
PHI	10	14	-74	**	72	21	**	-91	-48	43
IND	-44	-48	-79	-64	78	81	-39	-80	-87	-78
CHN	-20	-36	-18	-63	44	68	-14	-16	-14	-19
HOK	41	23	-36	-37	-75	-87	-61	-7	50	43
POL	-96	-54	-10	41	63	43	-24	-11	14	-6
CZE[a)]	-73	-61	23	-49	7	49	38	-4	-9	24
HUN	-45	-33	-48	-53	75	66	-74	-67	-32	-13
SLO[a)]	8	-45	-22	-15	19	26	-23	8	4	30
SVK[a)]	**	-66	**	-50	37	41	-26	4	74	38
EST[a)]	51	-80	-45	78	37	8	**	14	-6	-86

Quelle: Berechnungen des FhG-ISI. Positives Vorzeichen: Überdurchschnittlich hoher Anteil an Patentanmeldungen am EPA. * 1998 und 1999 hochgerechnet. ** keine Patente in dem genannten Zeitraum. a) Daten erst ab 1993 bzw. 1994 verfügbar. Maßeinheit RPA.

- Besonders bemerkenswert ist der Sektor Elektrotechnik/Elektronik, in dem die asiatischen Aufhol-Länder große Spezialisierungsvorteile haben, während Indien und China im Chemiebereich überdurchschnittlich viele Patente anmelden (Tab. 3-4).
- Taiwan und Hongkong haben zusätzlich noch im Maschinenbau international schützenswerte technologische Erfindungen zu bieten. Im selben Bereich haben auch Slowenien und die Slowakei technologische Spezialisierungsvorteile.
- Die europäischen Aufhol-Länder haben – ihren industriellen FuE-Schwerpunkten entsprechend – vergleichsweise stark im Chemiebereich Erfindungen zum europäischen Patent angemeldet.

3.4 Zusätzliche Konkurrenten, Absatzmöglichkeiten und Möglichkeiten der Arbeitsteilung

Wie in den 1980er Jahren ist die Dynamik im Welthandel mit forschungsintensiven Gütern auch in den 1990er Jahren zu einem großen Teil auf die südostasiatischen Aufhol-Länder zurückzuführen. Im Vordergrund steht neuerdings jedoch China (das seine Exporte aus dem forschungsintensiven Sektor mehr als verzehnfacht hat), gefolgt von Taiwan, Korea, Singapur und Malaysia. Trotz seiner anerkannt guten Informatiker spielt Indien als Exporteur in diesen Sparten keine Rolle. Ende der 1990er Jahre dürften über 15 % der Technologiebezüge der westlichen Industrieländer aus Asien stammen. Hinzu kamen die mittel- und osteuropäischen Reformstaaten, die sich immer stärker in die Weltwirtschaft integriert haben.

Unter diesen ist Ungarn, gefolgt von Tschechien und Polen, der größte Lieferant von Technologieprodukten (Tab. 3-5). Sie erreichen jedoch nicht die asiatischen Größenordnungen.

Tab. 3-5: Handel Deutschlands mit Aufhol-Ländern mit FuE-intensiven Waren in 1999

	MOER[1)]	Asien(5)[2)]	China	Indien
Exporte	in Mrd. US-$			
FuE-intensive Waren	16,2	8,8	3,9	1,1
Spitzentechnologie	4,0	3,5	1,3	0,2
Hochwertige Technologie	12,2	5,3	2,6	0,9
Nicht FuE-intensive Waren	18,8	3,9	1,9	0,6
Verarbeitendes Gewerbe insgesamt	35,0	12,7	5,7	1,8
	Anteil an den OECD-Ländern in %			
FuE-intensive Waren	40	6	12	14
Spitzentechnologie	30	4	8	10
Hochwertige Technologie	44	8	15	16
Nicht FuE-intensive Waren	44	6	9	13
Verarbeitendes Gewerbe insgesamt	42	6	11	14
Importe	in Mrd. US-$			
FuE-intensive Waren	15,4	12,8	5,6	0,4
Spitzentechnologie	2,0	9,5	2,6	0,1
Hochwertige Technologie	13,4	3,2	2,9	0,3
Nicht FuE-intensive Waren	18,9	4,2	8,5	1,6
Verarbeitendes Gewerbe insgesamt	34,3	16,9	14,1	2,0
	Anteil an den OECD-Ländern in %			
FuE-intensive Waren	45	7	9	15
Spitzentechnologie	27	7	10	16
Hochwertige Technologie	50	7	9	14
Nicht FuE-intensive Waren	48	6	7	9
Verarbeitendes Gewerbe insgesamt	47	7	8	9
	RCA-Werte			
FuE-intensive Waren	3	-8	53	105
Spitzentechnologie	69	-71	18	97
Hochwertige Technologie	-11	78	77	107
Nicht FuE-intensive Waren	-3	22	-61	-75
Verarbeitendes Gewerbe insgesamt	0	0	0	0

Quelle: DIW-Außenhandelsdaten. RCA (Revealed Comparative Advantage): Positives Vorzeichen bedeutet, dass die Exp./Imp.-Relation bei dieser Produktgruppe höher ist als bei verarbeiteten Industriewaren insgesamt. 1) Polen, Tschechien, Slowakei, Ungarn, Slowenien, Estland. 2) Malaysia, Philippinen, Singapur, Taiwan, Republik Korea.

Mit den **Exporten** der Aufhol-Länder sind umgekehrt auch die FuE-intensiven Importe aus den Industrieländern gestiegen. In der zweiten Hälfte der 1990er Jahre wurden die Importe allerdings durch die Finanzkrise in Südostasien gebremst. Die hier betrachteten Aufhol-Länder importieren mittlerweile weniger als sie in die entwickelten Länder liefern. Nur noch

einige Assoziierungsländer und Indien waren Ende der 1990er Jahre Nettoimporteure von FuE-intensiven Waren; alle anderen haben per Saldo FuE-intensive Waren in die Industrieländer exportiert, wobei China und Malaysia besonders hohe Überschüsse aufweisen.

Im Hinblick auf die Interpretation der Salden als „Nettotechnologieströme“ ist jedoch größte Vorsicht geboten, da der tatsächliche FuE-Gehalt der Exporte nur sehr gering sein dürfte. Die Stückwerte der Lieferungen aus diesen Ländern liegen meist deutlich unter den entsprechenden Werten aus den Industrieländern. Dies lässt vermuten, dass es sich um Güter handelt, die am Ende des Produktzyklus einer heterogen zusammengesetzten, forschungsintensiven Warengruppe anzusiedeln sind. Diese Gütergruppen dürften allein in den hoch entwickelten Industrieländern und den sehr weit entwickelten „Aufhol-Ländern“ forschungsintensiv produziert werden.

Es handelt sich meist um technologisch vergleichsweise wenig anspruchsvolle Güter, z. T. preiswerte Konsumgüter, während die Industrieländer aus den jeweiligen Gruppen eher die teureren technologieintensiven Erzeugnisse liefern (Produktions- und Investitionsgüter). Die hohen Lieferanteile sind allerdings auch Ausdruck dafür, dass die Aufhol-Länder zunehmend in Güterbereichen lieferfähig sind, die in hoch entwickelten Industrieländern Käufer finden. Die Lieferfähigkeit bei höherwertigen Gütern – insbesondere einiger asiatischer Aufhol-Länder wie Korea, Taiwan und Singapur – geht mit relativ kräftigen Anstrengungen bei der Qualifizierung der Arbeitskräfte und mit einer Forcierung der FuE-Aktivitäten einher, die ohne weiteres Anpassungsentwicklungen auf hohem technischen Niveau zulassen.

Die asiatischen Länder haben ihre **Exportschwerpunkte** in erster Linie im Bereich Elektronik/Elektro- und Nachrichtentechnik, also dort, wo sie auch ihre FuE-Schwerpunkte setzen. In diesem Sektor treten sie jedoch vielfach gleichzeitig auch als Importeur von hochwertigen Vorprodukten und Investitionsgütern auf – vor allem, um damit Exportüberschüsse bei Investitionsgütern der Spitzentechnologie und Gebrauchsgütern der Hochwertigen Technologie zu erzielen. Die „intra-industrielle Arbeitsteilung“, bei der die Strukturen von Exporten und Importen einander immer ähnlicher werden, nimmt in vielen Ländern zu. Auch dies ist ein Zeichen für eine sukzessive Angleichung der Wirtschaftsstrukturen an die der entwickelten Volkswirtschaften. In Asien spiegelt sich darin vor allem der „pazifische Produktionsverbund“ wieder.

Die mittel- und osteuropäischen Reformstaaten entwickeln ihre Stärken dagegen mehr im traditionellen Investitionsgütersektor Elektrotechnik, Maschinen-, Kraftwagen- und Schienenfahrzeugbau - mit jeweils unterschiedlichen Schwerpunkten. Auch hier ist ein reger intraindustrieller Austausch mit den entwickelten Volkswirtschaften festzustellen. Dabei spielen vor allem deutsche Unternehmen eine wichtige Rolle, indem sie diese Länder sehr schnell in die unternehmensinterne Arbeitsteilung einbezogen haben (durch passive Lohnveredlung oder über Direktinvestitionen). Die Elektrotechnik, der Automobilbau und der Maschinenbau, z. T. auch die Chemisch-Pharmazeutische Industrie – insgesamt also der Kernbereich der deutschen forschungsintensiven Industrie - hat die Arbeitsteilung mit Osteuropa intensiviert und durch entsprechende Strukturveränderungen Produktivitätsgewinne in Deutschland erzielen können. Insbesondere im Automobilbau hat sich geradezu lehrbuchhaft die internationale Arbeitsteilung bezahlt gemacht, indem die Branche durch „global out-sourcing“ bei Kfz-Teilen, die geringe Anforderungen an die Qualifikation des Personals stellten, Kostenvorteile in den mittel- und osteuropäischen Reformstaaten – und auch in Lateinamerika – nutzte. Da-

gegen konnten die Hersteller hochwertiger Segmente – die vorwiegend die Funktionen Forschung, Entwicklung und Innovation einsetzen – im Heimatland ihren Standort stärken. Deutschland – und auch die anderen Industrieländer – liefern also überwiegend forschungsintensive Vorprodukte sowie Investitionsgüter der Hochwertigen Technologie und importieren überwiegend Gebrauchsgüter der Hochwertigen Technologie.

Deutschland ist insbesondere mit den mittel- und osteuropäischen Reformstaaten ausgesprochen eng verflochten: 40 % der Industrieländerexporte forschungsintensiver Güter kommen aus Deutschland, 45 % der Lieferungen der mittel- und osteuropäischen Reformstaaten in die Industrieländer landen in Deutschland. Dies ist – angesichts der Osterweiterung der EU – durchaus als Pluspunkt zu werten. Zum Vergleich: Für China liegen die entsprechenden Warentauschanteile mit Deutschland bei 12 % bzw. 9 %, für Indien jeweils bei 15 % und für die übrigen asiatischen Ländern bei 6 % bis 7 %. Die schwache Verankerung in Asien, die sich auch in einer mageren Vertretung durch Direktinvestitionen bemerkbar macht, mag in Zeiten der finanziellen Krisen in Asien ein Vorteil gewesen sein. Aus einer längerfristigen Perspektive heraus sollte jedoch das außenwirtschaftliche Engagement in diesen Regionen deutlich gesteigert werden, denn die Wachstumsaussichten dieser Regionen werden für ungleich höher eingeschätzt als die, die sich für die mittel- und osteuropäischen Reformstaaten auftun dürften.

3.5 Fazit

Die betrachteten Ländergruppen sind mit unterschiedlichen strukturellen Voraussetzungen in den **Technologiewettbewerb** der 1990er Jahre gezogen. Die früheren Ostblockländer zehren vielfach noch von den Stärken in ihren angestammten Feldern der Hochwertigen Technologie auf der Basis einer etablierten Forschung; die Tendenz ist jedoch eher auf Konsolidierung der FuE-Anstrengungen auf einem niedrigeren Niveau gerichtet. Einige asiatische Länder bauen hingegen erst industrielle FuE-Einheiten im größeren Stil auf und konzentrieren sich direkt auf Felder der Spitzentechnologie.

Entsprechend sind auch Unterschiede im **Bildungsstand** und in den Bildungssystemen zu beobachten: Solides Fundament in Mittel- und Osteuropa, starke Ausrichtung auf die akademische Ausbildung in Asien mit Engpässen in der Breite. Dass gerade koreanische Schüler bei internationalen Leistungsvergleichen ausgezeichnete Noten bekommen, sollte den (kontinental-)europäischen Ländern zu denken geben. Denn durch den gleichzeitig raschen Ausbau zu Hochtechnologiestandorten stehen diese kaum mehr als Auswanderungsländer für Hochqualifizierte zur Verfügung: Der zunehmende FuE-Bedarf wird den Eigenbedarf an Fachkräften kräftig ansteigen lassen.

Interessanterweise sind die größten Zuwächse an Patenten mit Zielrichtung europäischer Märkte nicht in den mittel- und osteuropäischen Reformstaaten zu finden, sondern ausschließlich in Asien. Im Vorfeld ihres EU-Beitritts hätte man eigentlich gerade von den Beitrittskandidaten eine deutlich höhere Dynamik erwartet. Korea, Singapur und Taiwan sind hingegen längst über den Status eines „Aufhol-Landes“ hinaus.

Die **Spezialisierungsvorteile** dieser Volkswirtschaften auf den Märkten für forschungsintensive Güter sind ein Spiegelbild dieser technologischen Ausrichtung. Gleichzeitig reihen

sich die Länder immer stärker in die intra-industrielle Arbeitsteilung ein: Für Deutschland hat dies den Vorteil mit sich gebracht, die ähnlichen Angebotsstrukturen in den mittel- und osteuropäischen Reformstaaten in die (unternehmens- oder konzerninterne) Arbeitsteilung mit einbeziehen zu können. Insbesondere im Maschinen- und Automobilbau konnten dadurch enorme Produktivitätsgewinne erzielt werden. Die stärkere Integration der Aufhol-Länder in den Technologiewettbewerb ist für Deutschland also ein Vorteil, denn sie gibt Deutschlands Industrie gleichzeitig erweiterte Absatzmöglichkeiten im Hochpreissegment der Produkte und beschleunigt somit den innovativen Strukturwandel. Nur eine Volkswirtschaft, die bei geringer interner Dynamik – bspw. aus Sorge um das Angebot von Arbeitsplätzen für wenig Qualifizierte – auf die Wohlfahrtsgewinne aus der Arbeitsteilung mit Aufhol-Ländern verzichten möchte, wird einer weiteren Öffnung der Märkte für Technologiegüter aus diesen Ländern entsagen.

4 Innovative Aktivitäten im deutschen Maschinenbau

Der Maschinen- und Anlagenbau (im Folgenden kurz MAB[1]) kann als eine **Kernbranche** für die technologische Leistungskraft Deutschlands betrachtet werden. Diese Feststellung beruht nicht nur auf der **Größe** dieses Wirtschaftszweigs – er bietet knapp einer Million Erwerbstätigen einen Arbeitsplatz, sondern bezieht sich insbesondere auch auf die Rolle der Maschinenbauunternehmen als **Katalysator und Transformator für die Innovationsaktivitäten** seiner Zulieferer und Abnehmerbranchen (vgl. auch Kapitel 6). Innovationen des Maschinenbaus steigern die Produktionseffizienz nachgelagerter Branchen und schaffen dort neue Innovationsmöglichkeiten. Häufig können auch Innovationen vorgelagerter Bereiche erst durch komplementäre Innovationen des MAB in marktwirksame technologische Vorsprünge umgesetzt werden. Die Relevanz dieses Wirtschaftszweiges lässt sich mit folgenden Kennzahlen verdeutlichen: Mit einem Umsatz von ca. EUR 150 Mrd. p. a. entfallen 12 % des Umsatzes und 13 % der Produktion des Verarbeitenden Gewerbes auf den MAB. Heute ist nahezu jeder sechste **Arbeitsplatz** (knapp 16 %) des Verarbeitenden Gewerbes im MAB angesiedelt; 11 % der internen FuE-Aufwendungen und 13 % des FuE-Personals des Verarbeitende Gewerbes können dem MAB zu gerechnet werden. Viele Gründe also, sich dem **„Rückgrat“** der deutschen Wirtschaft gesondert zu widmen.

4.1 Entwicklung des Maschinenbaus in den letzten zehn Jahren

Der MAB ist intensiv in die deutsche Industriestruktur eingebunden: Als **Zulieferer** komplexer Investitionsgüter, die häufig spezifisch auf die Bedürfnisse der Kunden zugeschnitten sind, trägt er maßgeblich zur Produktivitätsentwicklung der Wirtschaft bei. Gleichzeitig aber verhindert der hohe Anteil an **kundenspezifischen Fertigungen** (Unikat- und Kleinserienproduktion), dass Maschinenbauunternehmen auf kapitalintensive, standardisierte Fertigungsverfahren setzen und damit Skalenvorteile realisieren können. Das hohe Ausmaß der **Produktdifferenzierung** innerhalb der Branche hat auch dazu beigetragen, dass sich in Deutschland ein **mittelständisch geprägter** MAB herausgebildet hat. Kaum eine andere FuE-intensive Industrie wird auf ähnliche Weise durch kleine und mittelgroße Unternehmen geprägt. Trotz einer Reihe von Unternehmenszusammenschlüssen in den letzten Jahren hat sich dies kaum verändert. Im Gegenteil: Der Anteil der Beschäftigten in kleinen und mittleren Unternehmen ist leicht angestiegen, während Großunternehmen Anteile verloren bzw. im Rahmen von Schrumpfungsprozessen heute den kleineren Größenklassen zuzurechnen sind. Die mittelständische Struktur des MAB ist aber kein deutsches Spezifikum. Im europäischen Vergleich sind die deutschen Maschinenbauunternehmen überdurchschnittlich groß.

---

[1] Die statistischen Angaben beziehen sich auf den MAB im Sinne der Abgrenzung der WZ 1993. Diese Abgrenzung - sie umfasst die Nummern 29.1-29.7 - ist etwas weiter als die Abgrenzung des VDMA, die sich auf die Bereiche 29.1-29.5 bezieht (siehe Annex A-4-1). Produktseitig ist die Abgrenzung zu weiteren Wirtschaftszweigen nicht immer eindeutig. Auch in der Metallverarbeitung und in der Elektrotechnik finden sich Unternehmen, deren Leistungsangebot sich auf die technische Ausstattung von Produktionsprozessen bezieht. Die hier getroffene Abgrenzung resultiert aus der Datenverfügbarkeit; Aussagen und Interpretationen beziehen sich aber primär auf den Kernmaschinenbau. Dies gilt insbesondere auch für die Patentanalyse, die vom FhG-ISI auf der Basis einer vom ifo-Institut entwickelten Konkordanz zwischen WZ-Systematik und internationalen Patentsystematik durchgeführt wurde (vgl. dazu Vieweg et al. 2001).

Der MAB leidet wie kaum eine Branche unter der strukturellen Investitionsschwäche der deutschen Wirtschaft, die sich nun schon über ein Jahrzehnt dahin zieht. Die deutliche Ausweitung der Auslandsumsätze konnte und kann dies nur zum Teil kompensieren. Die Inlandsnachfrage liegt auch zu Beginn des neuen Jahrtausends unter den Werten, die Ende der 1980er bzw. zu Beginn der 1990er Jahre zu beobachten waren. Ferner ist eine zunehmende Importkonkurrenz zu konstatieren. Entsprechend niedrig fällt auch die **Investitionstätigkeit** aus, die – gemessen am Umsatz – auch in den letzten Jahren noch deutlich unter den Werten der Boom-Jahre 1990 und 1991 liegt. Auch im internationalen Vergleich ist die Investitionstätigkeit des MAB in Deutschland nicht gerade als stürmisch zu bezeichnen (vgl. IFO/VDMA 2001) – in den meisten EU-Ländern liegt die Investitionsquote über der deutschen Quote. Die vergleichsweise geringe Investitionstätigkeit im MAB wird daran deutlich, dass auf den MAB nur 9,5% der Investitionen des Verarbeitenden Gewerbes entfallen. Dies geht mit einer niedrigen Sachkapitalintensität der Produktion im MAB und einer entsprechend niedrigen Arbeitsproduktivität einher (vgl. Annex A-4-1).

In den einzelnen Zweigen des MAB zeigt sich in den letzten Jahren eine zunehmende Ausdifferenzierung der Entwicklung (vgl. Annex A-4-1). Es lassen sich vergleichsweise hohe Wachstumsraten der Produktion und der Investitionen bei „Maschinen für bestimmte Wirtschaftszweige“ (z. B. insbesondere Druckmaschinen, Automobilzulieferung) und insbesondere bei Werkzeugmaschinen feststellen. Andere Teilzweige leiden deutlich unter der **schleppenden Nachfrage** nach ihren Produkten (z. B. Maschinen für Land- und Forstwirtschaft, Maschinen für das Bau-, Textil-, Bekleidungs- oder Ernährungsgewerbe). Zu konstatieren ist jedoch auch, dass der deutsche MAB in einigen wenigen Bereichen, die in den 1990er Jahren eine besonders hohe Dynamik aufwiesen, wie z. B. bei den Maschinen für die elektronische Industrie, nicht stark vertreten ist.

Trotz eines hohen Importdrucks konnte der deutsche MAB – besser als die meisten anderen deutschen Industriebranchen – **höhere Preise am Markt** durchsetzen. Dies gelang auch in Zweigen, die mit erheblichen Produktionsrückgängen zu kämpfen hatten und kann als Beleg für die hohe technologische Leistungskraft des MAB in Deutschland gewertet werden. Diese Preispolitik wird unterstützt durch eine Fokussierung auf die Kernkompetenzen, während durch eine Neugestaltung der Wertschöpfungsketten einfache, standardisierte Vor- und Zwischenprodukte in Länder mit niedrigen Lohnkosten verlagert bzw. zunehmend aus Ländern mit niedrigem Arbeitskostenniveau fremdbezogen werden.

Der begrenzte Outputzuwachs, die zunehmende Kapitalintensivierung und die aktivierten Produktivitätswachstumspotenziale tragen zu einer **abnehmenden Arbeitsnachfrage** bei. Der Beschäftigtenbestand ist in den letzten zehn Jahren deutlich gesunken und der Beschäftigungsabbau konnte erst in den letzten beiden Jahren verlangsamt werden.

Die **Ertragslage** des deutschen MAB hat sich in den letzten Jahren deutlich verbessert. Auch im internationalen Vergleich lässt sich eine Verbesserung der Renditeposition feststellen (vgl. Lichtblau, Stolte 2001). Nachdem in der ersten Hälfte der 1990er Jahre im Ausland deutlich besser verdient wurde, liegen die deutschen Unternehmen in den letzten Jahren dabei regelmäßig auf einem mittleren Platz. So gehört der MAB auch heute nicht zu den Spitzenverdienern. Die im internationalen Vergleich niedrige Arbeitsproduktivität und die hohen Arbeitskosten (vgl. IFO/VDMA 2001) stehen dem entgegen.

4.2 Internationale Wettbewerbsposition des deutschen Maschinenbaus

Auf internationalen Märkten besitzt der deutsche MAB traditionell eine hohe Durchsetzungsfähigkeit:

- Auf ihn entfällt ca. ein Fünftel des **Weltexports** (vgl. Annex A-4-1).[2] Deutschland liegt damit deutlich vor den USA und Japan, das gegen Ende der 1990er Jahre einen erheblichen Einbruch seines Welthandelsanteils verkraften musste.
- Sowohl die relativen **Welthandelsanteile** (RWA) als auch die **Export-Import-Relation** (RCA) liegen in nahezu allen Teilbereichen des MAB deutlich im positiven Bereich. Allerdings weisen die meisten Industrieländer positive RWA- und RCA-Werte auf. Lediglich in Frankreich, Kanada und Korea nimmt der MAB einen unterdurchschnittlichen Platz im Außenhandelsportfolio ein.
- Die Außenhandelskennziffern deuten auf eine vergleichsweise stabile Rangordnung der Spezialisierungsvorteile der einzelnen Länder hin: Im Zeitraum 1994-1999 zeigen sich mit der Ausnahme von Japan und Korea kaum wesentliche Änderungen (siehe Tab. 4-1).

Tab. 4-1: Außenhandelskennziffern für den Maschinenbau im internationalen Vergleich

	WHA		RWA		RCA	
	1994	1999	1994	1999	1994	1999
Deutschland	20,1	19,3	32	34	74	62
USA	16,1	17,5	5	3	41	37
Japan	16,3	13,0	16	20	115	99
Italien	10,6	10,9	48	62	95	80
Frankreich	5,9	6,2	-30	-22	-2	-12
Großbritannien	5,8	5,9	-11	-11	23	22
Schweiz	4,0	3,5	50	51	72	69
Kanada	2,3	2,9	-73	-60	-74	-67
Schweden	2,2	2,3	8	12	13	10
Niederlande	2,5	2,3	-57	-58	-11	-5
Korea	1,7	2,1	-68	-57	-100	-47

Quelle: OECD - International Trade By Commodity Statistics, Rev. 3, 1999 und 2000. - Berechnungen des NIW.

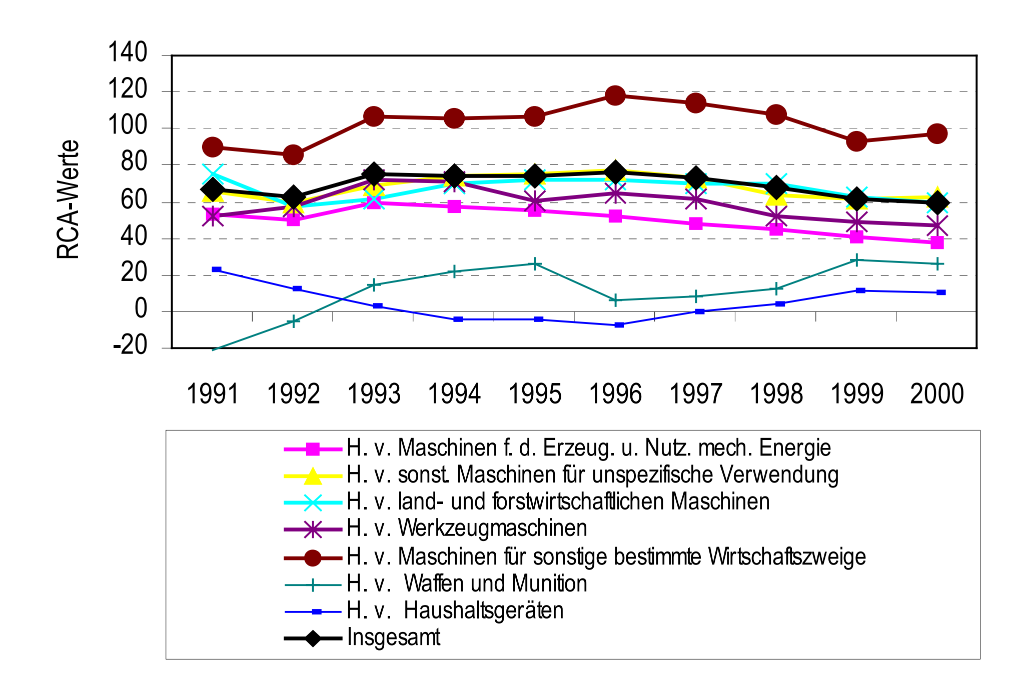
Die Unterschiede in den Spezialisierungsvorteilen zwischen den einzelnen Ländern werden bei der Betrachtung der **Teilbranchen** des MAB deutlich. Lediglich Deutschland, Japan und Italien weisen in allen Teilbranchen (WZ 291-295 siehe Annex A-4-1) permanent Spezialisierungsvorteile auf. Bemerkenswert ist die Herausbildung von Spezialisierungsvorteilen in den USA im Bereich des Werkzeugmaschinenbaus und in der Schweiz im Bereich der Maschinen für spezifische Wirtschaftszweige sowie der Maschinen für die Erzeugung und Nutzung mechanischer Energie.

Am durchweg positiven Spezialisierungsprofil der deutschen Wirtschaft im MAB hat sich in den letzten Jahren nur wenig verändert (vgl. Abb. 4-1). In einigen Teilzweigen zeigt sich eine Abnahme der Spezialisierungsvorteile. Dies gilt insbesondere für „Maschinen für die Erzeu-

[2] Zur Definition des Welthandelsanteils (WHA), des RWA und des RCA siehe Kapitel 1.

gung und Nutzung mechanischer Energie“ und den Werkzeugmaschinenbau. Jedoch ist nicht eindeutig zu entscheiden, inwieweit sich hier langfristig wirksame, strukturelle Verschiebungen ankündigen. In jedem Fall ist zu konstatieren, dass der arbeitsintensive und mit hohen Arbeitskosten belastete deutsche MAB anfälliger geworden ist gegenüber einer preislich wettbewerbsfähigen und zunehmend auch technologisch aufholenden internationalen Konkurrenz. Denn im Gegensatz zu den meisten anderen Branchen des Verarbeitenden Gewerbes sind trotz der strukturellen Investitionsgüternachfrageschwäche in Deutschland die Importsteigerungsraten höher als die Exportsteigerungsraten. Allerdings ist Deutschland bei Maschinenbauprodukten sehr wenig in die intraindustrielle Arbeitsteilung eingebunden.

Abb. 4-1: Entwicklung des RCA-Werte der Teilbranchen des deutschen Maschinenbaus 1991-2000



Quelle: OECD - International Trade By Commodity Statistics, Rev. 3, 1999 bis 2001. - Berechnungen des NIW.

Im Hinblick auf die **regionale Struktur des Außenhandels** im MAB ist besonders hervorzuheben, dass sich – mit Ausnahme Italiens – gegenüber allen anderen Ländern Spezialisierungsvorteile ergeben. Die Ausfuhren der deutschen Maschinenbauer konzentrieren sich dabei insbesondere auf die EU-Mitgliedsländer. Ausgesprochen stark ist auch die Position des MAB in den mittel- und osteuropäischen Ländern, bei denen zwei Fünftel des Gesamtimportes an Maschinenbauprodukten aus Deutschland stammt. Besonders bemerkenswert ist aber auch, dass der deutsche MAB auf den ostasiatischen und dem US-Markt stark vertreten ist.

4.3 FuE und Humankapital im Maschinenbau

Die technologische Leistungsfähigkeit des MAB ruht auf zwei Säulen:

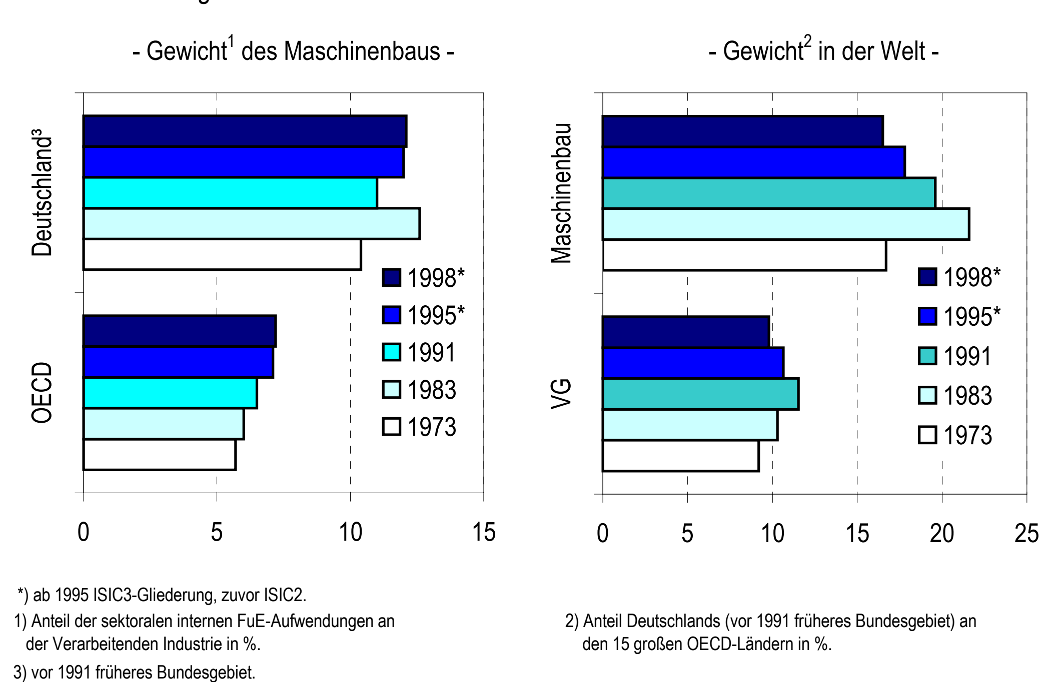
- der FuE-Tätigkeit der Unternehmen mit vergleichsweise stark auf Maschinenbauerzeugnisse ausgerichteten Forschungsaktivitäten an Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen und

- auf der hohen Qualifikation der Belegschaften.

FuE-Tätigkeiten des deutschen Maschinenbaus im internationalen Vergleich

Bereits einleitend wurde herausgestellt, dass das Gewicht des MAB für die FuE-Aktivitäten in Deutschland außergewöhnlich hoch ist. In Deutschland entfallen ca. 12 % der FuE-Aufwendungen der Industrie auf den MAB während es im Durchschnitt der 18 größten OECD-Länder ca. 7 % sind. Das Gewicht des MAB hat sich im internationalen Umfeld in den letzten Jahren erhöht, während es in Deutschland in etwa gleich geblieben ist. Dies hatte zur Konsequenz, dass der Anteil des deutschen MAB an den weltweiten FuE-Ausgaben in den letzten zwei Jahrzehnten kontinuierlich von knapp 22 % im Jahr 1983 auf ca. 16 % im Jahr 1998 gesunken ist (Abb. 4-2). Dieser Rückgang fiel stärker aus als der Bedeutungsverlust der FuE-Tätigkeit in Deutschland im Weltmaßstab. Die Entwicklung findet nicht zuletzt auch darin ihren Niederschlag, dass ausländische Maschinenbauunternehmen ihre technologische Position relativ zu deutschen Maschinenbauern deutlich verbessern konnten. Der **Vorsprung**, den sich deutsche Maschinenbauer in der ersten Phase der CIM-Revolution auf breiter Basis erarbeitet hatten, geht so **allmählich wieder verloren**.

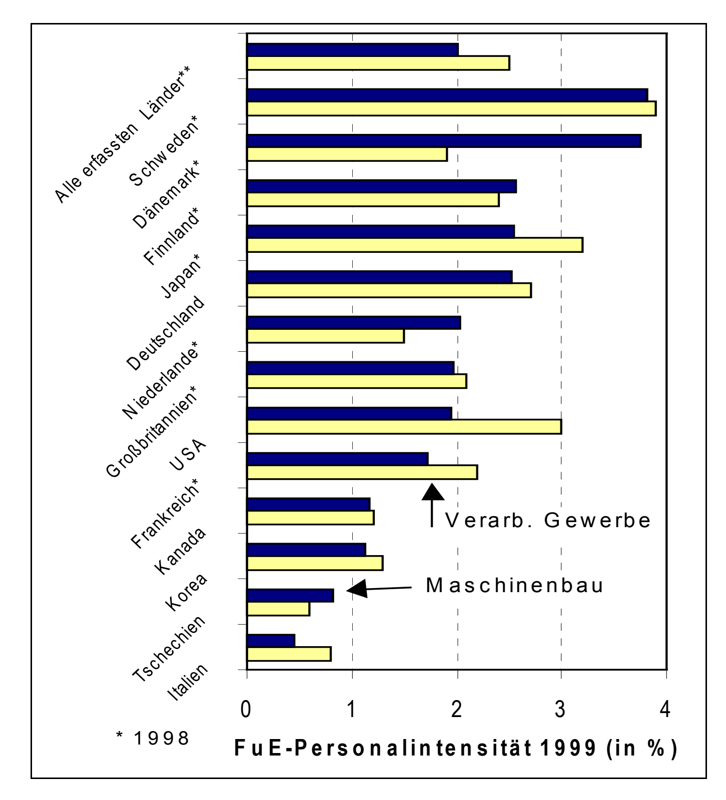
Abb. 4-2: Entwicklung der FuE-Strukturen im Maschinenbau im intersektoralen und internationalen Vergleich



Quelle: OECD; OECD, ANBERD Database (DSTI/EAS Division). - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

In der Rangliste der FuE-intensivsten Maschinenbaubranchen zeichnen sich mit Schweden und Dänemark zwei klare Spitzenreiter ab, gefolgt von Deutschland, Japan und Finnland (Abb. 4-3). Angesichts der hohen Durchsetzungskraft des italienischen MAB auf internationalen Märkten ist dessen geringe FuE-Personalintensität mit ca. ½ % recht erstaunlich. In der Mehrzahl der Länder liegt die FuE-Personalintensität im MAB geringfügig niedriger als im Verarbeitenden Gewerbe. Abstriche von diesem Muster zeigen sich lediglich in Dänemark und in den Niederlanden, wo der MAB deutlich FuE-intensiver arbeitet als der Durchschnitt des Verarbeitenden Gewerbes.

Abb. 4-3: FuE-Personalintensität im Maschinenbau und im Verarbeitenden Gewerbe in ausgewählten Ländern 1999



Quelle: OECD; ANBERD- und STAN-Datenbank. - Berechnungen des NIW. FuE-Personalintensität = Anteil der FuE-Beschäftigten an der Gesamtbeschäftigung.

Der internationale Vergleich lässt vermuten, dass für die Durchsetzungsfähigkeit auf internationalen Märkten nicht nur die durch FuE-Tätigkeiten gestützte Innovationskraft relevant ist. Es ist aber auch zu konstatieren, dass im MAB die komplette statistische Erfassung der FuE-Tätigkeit durch die hohen Anteile kundenspezifischer maßgeschneiderter Innovationen schwierig ist. Dies ist insbesondere bei der Einordnung des deutschen MAB zu beachten, der sehr viel stärker von kundenspezifischen Innovationen getragen wird als beispielsweise der auf Serienproduktion setzende japanische MAB.

Struktur der FuE-Aktivitäten

Die einzelnen **Teilbranchen** des MAB unterscheiden sich hinsichtlich des FuE-Personaleinsatzes. Besonders FuE-intensiv sind in Deutschland die Teilbereiche „Maschinen für Nutzung und Erzeugung mechanischer Energie“ (mit einer FuE-Personalintensität von 4,3 %) und „land- und forstwirtschaftliche Maschinen“ (4 %). Leicht überdurchschnittlich ist auch die FuE-Intensität im Bereich der Zulieferungen für spezifische Wirtschaftszweige (3,2 %) Bemerkenswerterweise ist die FuE-Intensität des Werkzeugmaschinenbaus weit unterdurchschnittlich (2,4 %).

Für die FuE-Tätigkeit des MAB spielen **kleine und mittlere Unternehmen** eine ungleich wichtigere Rolle als in den meisten anderen FuE-intensiven Industrien. Im MAB entfällt ca. ein Drittel der FuE-Aufwendungen auf Unternehmen mit weniger als 500 Beschäftigten, im Verarbeitenden Gewerbe sind es hingegen nur ca. 15 %. Und auch der Anteil der größeren Mittelständler an den FuE-Aktivitäten ist im MAB deutlich größer als im Verarbeitenden Gewerbe insgesamt.

Die mittelständische Struktur der FuE-Tätigkeit des MAB hat unmittelbare Auswirkungen auf das Ausmaß der **Internationalisierung** der Unternehmen (vgl. Dichtl, Hardock 1997) und damit auf die Internationalisierung ihrer FuE-Tätigkeit. Trotz einer Reihe von Akquisitionen im Ausland ist die Internationalisierung der FuE-Tätigkeit des MAB deutlich geringer ausgeprägt als in anderen FuE-intensiven Industrien wie z. B. der Chemischen Industrie, der Elektrotechnik oder im Automobilbau. Die FuE-Aufwendungen der Töchter deutscher Unternehmen im Ausland belaufen sich 1999 lediglich auf 13 % der inländischen FuE-Aufwendungen während 17 % der inländischen FuE-Aufwendungen von Töchtern ausländischer Unternehmen getätigt werden.[3] Zudem unterscheidet sich das Innovationsverhalten der Töchter ausländischer Unternehmen und der inländischen Unternehmen in Deutschland nur unwesentlich. Dies legt den Schluss nahe, dass Deutschland in den Augen ausländischer Investoren ein gesuchter Innovationsstandort ist, die sich die Charakteristika des auf den MAB ausgerichteten deutschen Innovationssystems zunutze machen wollen.

Kooperationen im Bereich FuE

Ein wesentlicher Vorteil des deutschen Innovationssystems ist die traditionell hohe Ausrichtung der öffentlichen FuE-Infrastruktur auf die Innovationsaktivitäten der Maschinenbauunternehmen. Sie finden an den Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen kompetente Kooperationspartner für ihre Innovationsvorhaben.

Im Jahre 2000 war nahezu jedes siebte innovierende Maschinenbauunternehmen in **Kooperationen** mit Hochschulen eingebunden, jedes zwanzigste Unternehmen kooperierte mit kommerziellen oder öffentlich finanzierten außeruniversitären Forschungseinrichtungen. Diese Anteile kooperierender Unternehmen liegen damit z. T. deutlich über den Vergleichswerten für das Verarbeitende Gewerbe.[4] Sie korrespondieren auch mit dem Anteil der öffentlichen Forschung an den externen FuE-Aufwendungen der Unternehmen (ca. 27 %), der im MAB mehr als doppelt so hoch liegt wie im Durchschnitt der Industrie.

Häufig wurden in der Vergangenheit die gemeinsamen FuE-Projekte der Wirtschaft für die Wettbewerbsfähigkeit des deutschen MAB verantwortlich gemacht (z. B. Jorde, Teece 1990). Auf den MAB entfällt zwar ein zunehmender Anteil der Aktivitäten der Institutionen für **industrielle Gemeinschaftsforschung** (lt. Angaben des Stifterverbandes ca. 22 % im Jahr 1999). In Relation zu den FuE-Gesamtaufwendungen besitzt die Gemeinschaftsforschung jedoch eine eher marginale Rolle. Lediglich 2 % der FuE-Aufwendungen dieses Wirtschaftszweiges werden über die Institutionen für Gemeinschaftsforschung abgewickelt. Trotz intensiver FuE-Kooperationstätigkeit dominiert im MAB die „in-house"-FuE, denn lediglich 6½ % der FuE-Gesamtaufwendungen entfallen auf externe FuE. Dies ist auch im Vergleich zu anderen Industriezweigen in Deutschland ein vergleichsweise geringer Wert.

---

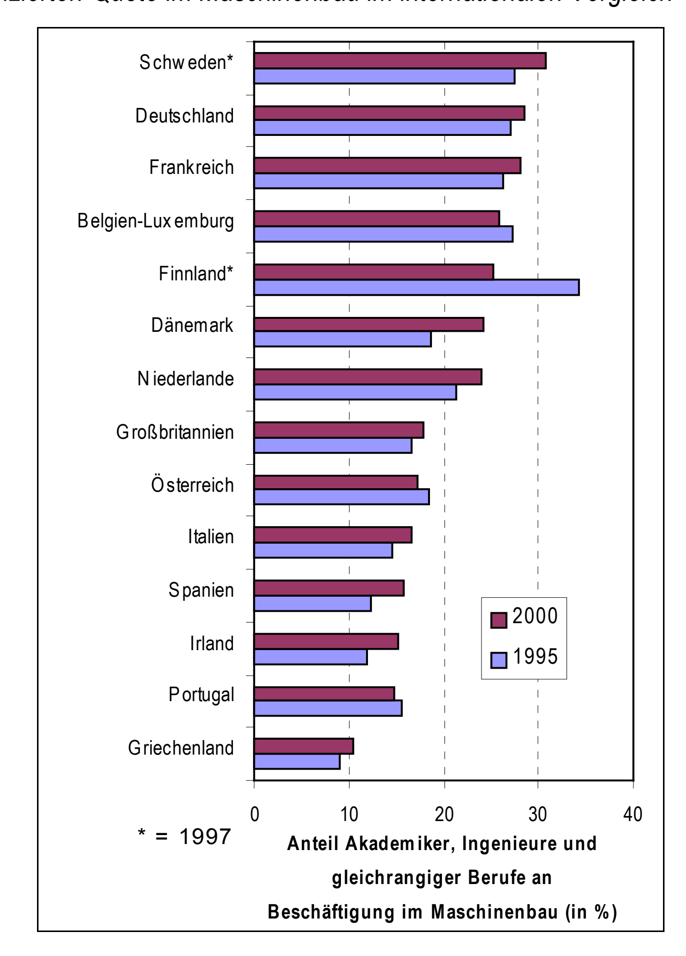
[3] Die entsprechenden Werte beispielsweise für die Elektrotechnik bzw. die Chemische Industrie belaufen sich auf 28 % bzw. 55 % für den Anteil der FuE-Aufwendungen im Ausland und 30 % bzw. 17 % für den Anteil ausländischer Unternehmen an den FuE-Aufwendungen in Deutschland.

[4] Die Angaben entstammen dem Mannheimer Innovationspanel des ZEW.

Qualifikation und Humankapital

Die zunehmende Komplexität der Produkte und der Produktionsprozesse des MAB erfordert einen steigenden Einsatz von **Hochqualifizierten**. Dies wird an dem in den meisten Ländern kontinuierlich steigenden Anteil Hochqualifizierter deutlich. Trotz der in den letzten Jahren zurückgehenden Gesamtbeschäftigung hat der MAB den Einsatz von Ingenieuren deutlich erhöht (vgl. dazu VDMA 2001). Im internationalen Vergleich belegt der deutsche MAB beim Einsatz von hochqualifizierten Beschäftigten einen der vordersten Plätze (siehe Abb. 4-4).

Abb. 4-4: Hochqualifizierten-Quote im Maschinenbau im internationalen Vergleich 1999



Quelle: Eurostat; Sonderauswertungen des Community Labour Force Survey. - Berechnungen des NIW.

Die **Humankapitalbasis** des MAB beruht allerdings nicht nur auf dem Einsatz von Hochschulabsolventen. Wie kaum eine andere FuE-intensive Industrie in Deutschland stützt sich der MAB auf die **Ausbildung im dualen System**:

- Eine hohe **Facharbeiterqualifikation** und auf die Bedürfnisse des MAB zugeschnittene Berufsbilder sind eine wichtige Voraussetzung für die auf kleine Losgrößen ausgerichtete Fertigungsstruktur des MAB (vgl. Wolf 1999).
- Zudem ist die Innovationstätigkeit des MAB stärker auf die Weiterentwicklung existierender Produktlinien gerichtet als in anderen FuE-intensiven Branchen.[5] Dies wird auch

[5] Im Maschinenbau zielen 50 % der internen FuE-Aufwendungen auf die Weiterentwicklung ab. Im Verarbeitenden Gewerbe insgesamt sind dies nur 46 %, in der Chemischen Industrie 46 %, im Fahrzeugbau 45 % (SV-Wissenschaftsstatistik).

daran deutlich, dass die Unternehmen die Verbesserung der **Produktqualität** als die wichtigste Auswirkung ihrer Innovationsaktivität bezeichnen. Allerdings ist in den letzten Jahren ein zunehmendes Gewicht der auf **neue Produkte** abzielenden FuE-Tätigkeiten zu verzeichnen.

- Unter solchen Produktionsbedingungen ist **Erfahrungswissen** ein zentraler Wettbewerbsparameter. Der Einsatz von Facharbeitern liegt im MAB denn auch deutlich über dem Durchschnitt des Verarbeitenden Gewerbes (vgl. Annex A-4-2).

Allerdings konnten in den letzten Jahren die Unternehmen ihre Pläne zum Ausbau ihrer Humankapitalbasis zunehmend weniger verwirklichen. Dies lag zum einen an der anziehenden Nachfrage nach komplexen Maschinenbauprodukten und in der Folge dessen auch nach hochqualifizierten Mitarbeitern. Zum anderen ist dafür auch das zurückgehende Angebot an Hochschulabsolventen der Fachrichtungen MAB und Elektrotechnik verantwortlich (vgl. den letztjährigen Bericht und Abschnitt 1.2). Der aktuelle **Mangel an Ingenieuren** kann nach Aussagen der Unternehmen nicht adäquat durch das Ausweichen auf andere Fachrichtungen (z. B. Naturwissenschaftler) gemildert werden (vgl. VDMA 2001). Gesucht werden Ingenieure insbesondere für die Bereiche Forschung, Entwicklung und Konstruktion sowie für Aufgaben im Vertrieb. In einer Unternehmensbefragung des VDMA im Sommer 2001 meldeten zwei Drittel der Teilnehmer dieser Untersuchung offene Stellen für Ingenieure. Darüber hinaus hatten auch mehr als die Hälfte der Befragungsteilnehmer offene **Stellen für Facharbeiter** zu besetzen. Nur ein geringer Anteil der Unternehmen suchte Mitarbeiter mit anderen Qualifikationen. Die nachlassende Konjunktur lässt zwar eine Entspannung auf dem Arbeitsmarkt für Hochqualifizierte erwarten, aber nach Einschätzung der Unternehmen wird die zunehmende Nachfrage nach Ingenieuren auch in den nächsten Jahren anhalten.

Es ist daher nicht verwunderlich, wenn der **Mangel an Fachpersonal** von den Unternehmen des MAB im Jahr 2001 als das größte **Innovationshemmnis** angesehen wird (vgl. Abb. 4-9 im Abschnitt 4.5). Die Bedeutung dieses Innovationshemmnisses hat parallel zur ansteigenden Konjunktur in den letzten Jahren allgemein deutlich zugenommen. Es trifft aber den MAB deutlich härter als die meisten anderen Branchen des Verarbeitenden Gewerbes in Deutschland.

4.4 Patentgeschützte Erfindungen des Maschinenbaus und Außenhandel

Die Bedeutung von Patenten als **Wettbewerbsparameter** im MAB ist daraus ersichtlich, dass im deutschen MAB der Anteil der patentierenden Unternehmen deutlich über dem Durchschnitt der Industrie liegt. In den Jahren 1998-2000 hat nahezu jedes dritte Maschinenbauunternehmen Patente angemeldet. Auch im internationalen Vergleich verzeichnet der deutsche MAB eine überdurchschnittliche Patentintensität (pro FuE). Dies wird auch daran deutlich, dass der deutsche MAB noch vor den USA und Japan die meisten Patente aufweist (Abb. 4-5).[6]

---

[6] Die in der Abbildung zum ausdruck kommende Patentstärke des deutschen MAB ist nicht allein durch den Heimvorteil deutscher Unternehmen gegenüber den USA oder Japan verursacht. Zu Grunde liegen die Patentanmeldungen am Europäischen Patentamt (EPA).

Abb. 4-5: Durchschnittliche jährliche Anzahl von Patentanmeldungen im Maschinenbau im Zeitraum 1995-99

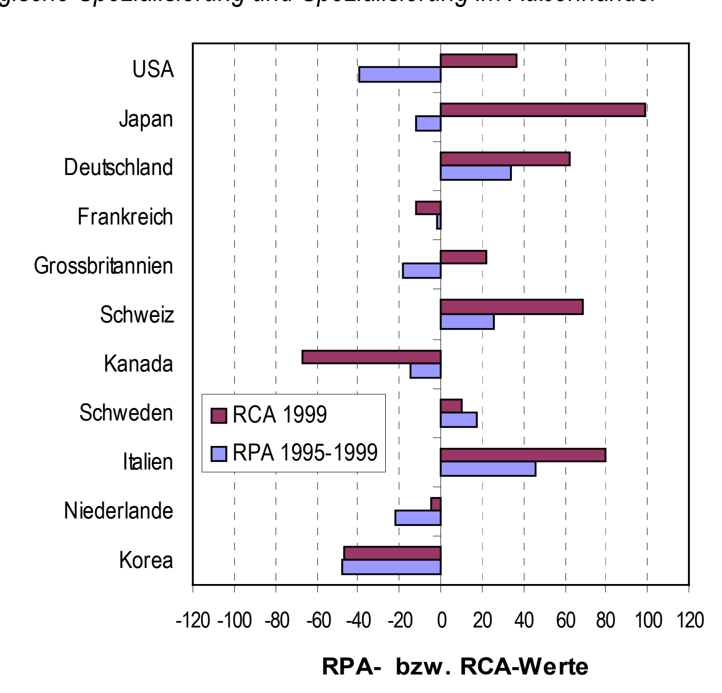
Quellen: EPAT; Berechnungen des ISI.

Die Patentanmeldungen stagnierten in der ersten Hälfte der 1990er Jahre. Seit 1995 zeigt sich aber eine deutliche **Beschleunigung** der Patenttätigkeit sowohl im MAB als auch in der gesamten Technik. Bezogen auf Deutschland zeigt sich im MAB sogar eine Dynamik, die sowohl über dem Weltdurchschnitt im MAB als auch in der langfristigen Perspektive über dem der gesamten Technik liegt. Darin schlagen sich nicht zuletzt auch die weiter steigenden Auslandsmarktaktivitäten der Maschinenbauer nieder. Eine besonders hohe Dynamik zeigt sich für den Teilbereich „Herstellung von Motoren, Pumpen, Kompressoren, Turbinen etc.“ (29.1). Die Teilbereiche „Herstellung von sonstigen Maschinen“, „Werkzeugmaschinenbau“ sowie „Herstellung von Maschinen für bestimmte Wirtschaftszweige“ (29.2, 29.4 und 29.5) haben nach der Zahl der Patentanmeldungen eine ähnliche Größe und Dynamik, wogegen die „Herstellung von land- und forstwirtschaftlichen Maschinen“ (29.3) ein geringes Gewicht hat und in den letzten Jahren auch nur eine geringe Dynamik aufweist. Diese Strukturen finden sich in ähnlicher Weise sowohl bei allen Patentanmeldungen als auch bei den deutschen.

Deutschland weist eine deutlich **überdurchschnittliche Patentspezialisierung** auf den Maschinenbau auf. Gleiches gilt auch für die Schweiz, Schweden und Italien (vgl. Abb. 4-6). Die Patentspezialisierung der nach absoluten Patentanmeldezahlen wichtigsten Wettbewerber USA und Japan ist negativ, hat sich bei Japan allerdings im Verlauf der 1990er Jahre deutlich verbessert. In Deutschland sind die Spezialisierungen in allen Teilfeldern überdurchschnittlich. Die USA sind dagegen auf alle Teilsektoren unterdurchschnittlich spezialisiert. In Japan werden zumindest in den Teilsektoren „Herstellung von Motoren etc.“ (29.1) und „Herstellung von Werkzeugmaschinen“ (29.4) durchschnittliche Indizes erreicht. Auffällig sind die im Ländervergleich stark überdurchschnittlichen Spezialisierungsindizes für Italien, die die hohe Ausrichtung der technologischen Strukturen Italiens auf den MAB deutlich machen.

Die deutsche Außenhandelsspezialisierung bei Maschinenbauprodukten kann als Resultat eines Vorsprungs bei patentierten Inventionen interpretiert werden. Allerdings zeigt die Gegenüberstellung der Spezialisierung im **Außenhandel** und der technologischen Spezialisierung, dass technologische Stärke nicht die einzige Quelle für eine hohe Wettbewerbsfähigkeit auf internationalen Märkten ist. Trotz unterdurchschnittlicher technologischer Spezialisierung auf Maschinenbauprodukte können beispielsweise die USA und Japan überdurchschnittliche Export-Import-Verhältnisse (RCA) realisieren. Die Struktur des MAB, Preisvorteile und lokale Fühlungsvorteile spielen bei der Erklärung der dargestellten Profile ebenso eine wichtige Rolle. So ist der japanische MAB stärker auf standardisierte „Massenprodukte“ spezialisiert; der italienische kann auf Preisvorteile und lokale Fühlungsvorteile bauen. Dem deutschen MAB kommen lokale Fühlungsvorteile der breiten Industriestruktur Deutschlands und die hohe technische Kompetenz bei kundenspezifischer Kleinserienproduktion zu gute. Zudem ist in Deutschland und in Japan die Importpenetration vergleichsweise gering und in Folge dessen sind die RCA-Werte überdurchschnittlich positiv.

Abb. 4-6: Technologische Spezialisierung und Spezialisierung im Außenhandel



Quellen: EPAT, PCTPAT; OECD: ITCS - International Trade By Commodity Statistics, Rev. 3, 2000; Berechnungen des NIW und des ISI.

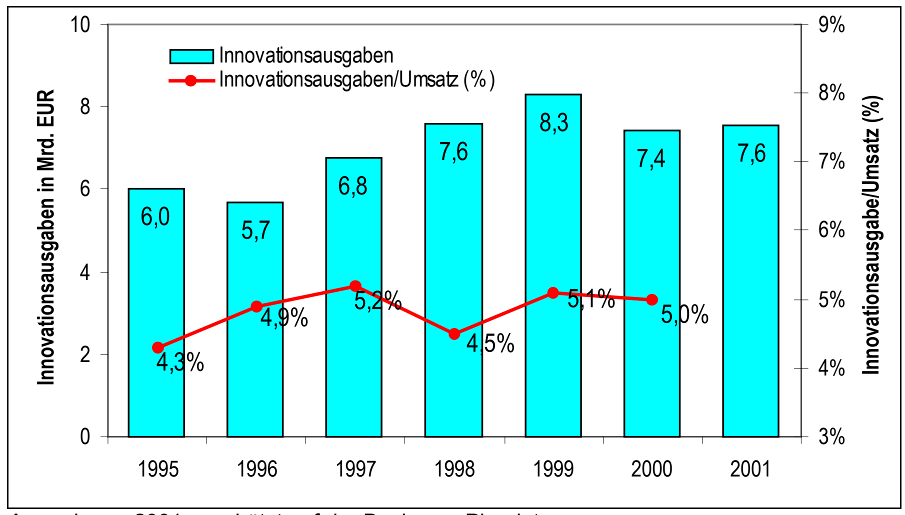
4.5 Innovationstätigkeit im Maschinenbau

Auch wenn im Vergleich mit anderen FuE-intensiven Industrien in Deutschland die FuE-Intensität des MAB unterdurchschnittlich ausgewiesen ist, liegt der MAB bei den Anteilen der **innovativen Unternehmen** im Vergleich aller Industriebranchen mit an der Spitze.

Die **Innovationsaufwendungen** des MAB sind in der zweiten Hälfte der 1990er Jahre deutlich gestiegen (Abb. 4-7). Dieser Anstieg entfiel größtenteils auf die größeren und insbesondere die im internationalen Geschäft tätigen Maschinenbauunternehmen. Dies zeigt auch, dass die hohe Innovationskraft entscheidend von einer positiven Nachfrageentwicklung gestützt wird. Der Rückgang in den beiden letzten Jahren ist allerdings ebenfalls im Kontext

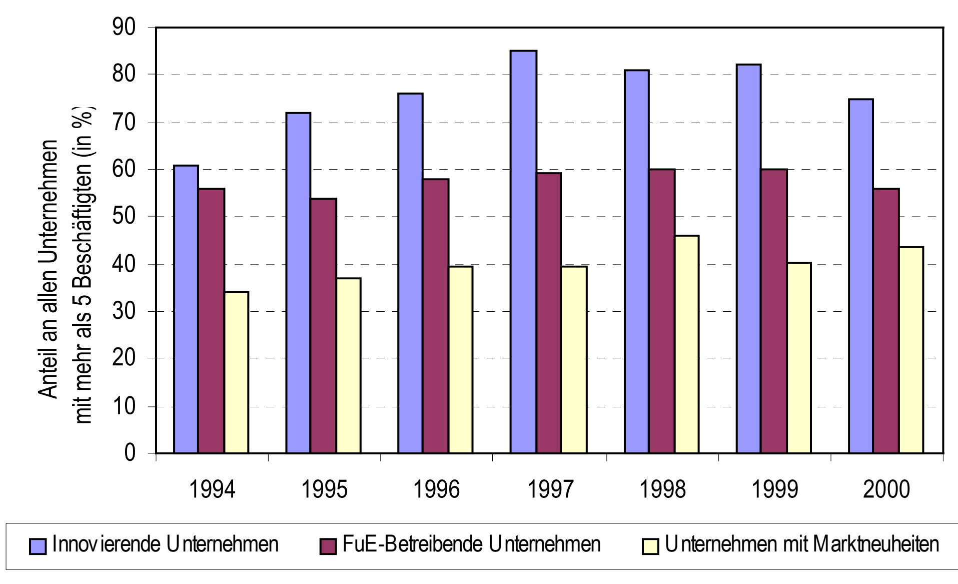
der **Nachfragebooms** zu interpretieren. Viele Unternehmen mussten Innovationsvorhaben zurückstellen, da die personellen Ressourcen auf die Abwicklung der Auftragseingänge konzentriert wurden und auf Grund des **Fachkräftemangels** häufig nicht rechtzeitig weiteres Personal zur Verfügung stand.

Abb. 4-7: Entwicklung der Innovationsausgaben und der Innovationsintensität im Maschinenbau 1995-2001



Anmerkung: 2001 geschätzt auf der Basis von Plandaten
Quelle: ZEW/Mannheimer Innovationspanel - Berechnungen des ZEW, 2001: Erwartete Ausgaben.

Abb. 4-8: Entwicklung der Anteile der innovierenden und FuE-treibenden Unternehmen und des Anteils der Unternehmen mit Marktneuheiten des Maschinenbaus 1994-2000



Quelle: ZEW/Mannheimer Innovationspanel - Berechnungen des ZEW.

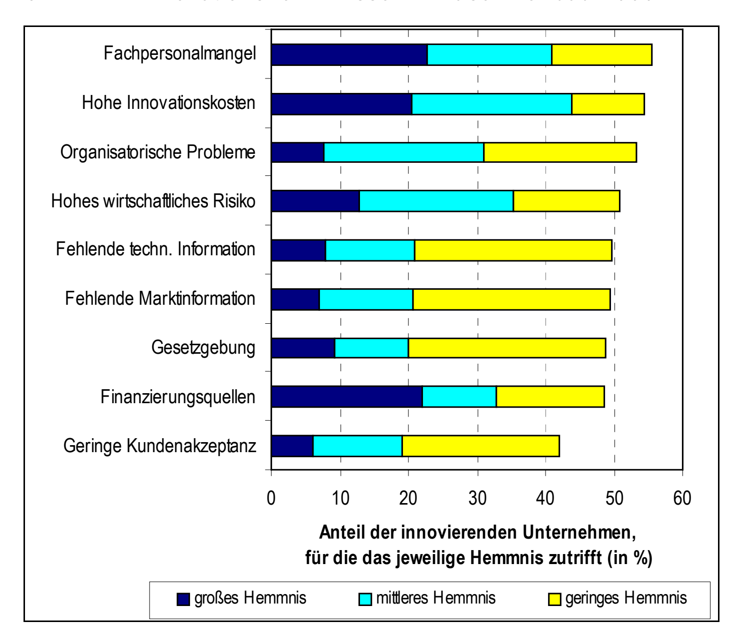
Im Hinblick auf den Anteil der Unternehmen, die in den jeweils letzten drei Jahren Innovationen eingeführt haben, liegt der MAB im Branchenvergleich vorn. Rund 75 % der Unternehmen haben in den jeweils letzten drei Jahren **neue Produkte** oder **Herstellungsverfahren** eingeführt. Meistens handelt es sich dabei um Produktinnovationen. Auch im Vergleich zur Maschinenbaubranche anderer europäischer Länder schneidet der deutsche MAB hervorragend ab. In keinem anderen EU-Land liegt (1996) der Anteil der Unternehmen, die Innovationen durchführen, höher als in Deutschland. Die hohe Verbreitung von Innovationstätigkei-

ten im MAB, die in den letzten Jahren noch weiter zugenommen hat, ist die Basis der Wettbewerbsfähigkeit der Branche (vgl. Abb. 4-8); sie hat sich in den letzten Jahren auf hohem Niveau stabilisiert.

Von den Produktinnovationen stellt zwar nur ein Teil auch eine **Marktneuheit** dar. Der Anteil von Unternehmen, die mindestens eine Marktneuheit eingeführt haben, liegt 2000 bereits um ca. 10 Prozentpunkte höher als zu Beginn der 1990er Jahre. Der Umsatzanteil mit Marktneuheiten liegt bei ca. 7 %. Eine hohe Produktinnovationskraft zahlt sich aus, denn die wachstumsstarken Unternehmen erzielen einen deutlich höheren Anteil des Umsatzes mit echten Marktneuheiten.

Dabei darf allerdings die **Kosteneffizienz** der Innovationstätigkeit nicht aus den Augen verloren werden. Denn der Preis als Wettbewerbsparameter hat im MAB ebenso wie bei anderen technologisch hochwertigen Produkten im Zuge der Globalisierung zunehmend an Bedeutung gewonnen. Ganz vorn in der Hierarchie der Innovationshemmnisse (Abb. 4-9) finden sich auf den Plätzen 2 und 3 „Hohe Innovationskosten" und „Organisatorische Probleme". Hinter diesen Hemmnissen verstecken sich häufig interne Probleme beim Management von Innovationsprojekten. Dies legt nahe, dass Verbesserungen im Bereich des **Innovationsmanagements** eine wesentliche Stütze der Wettbewerbsfähigkeit von Maschinenbauunternehmen wären.

Abb. 4-9: Innovationshemmnisse im Maschinenbau 2000



Quelle: ZEW-Mannheimer Innovationspanel - Berechnungen des ZEW.

4.6 Perspektiven des deutschen Maschinenbau

Der hohen Durchsetzungsfähigkeit auf internationalen Märkten und der zunehmenden Nachfrage aus der Automobilindustrie ist es zu verdanken, dass der MAB den Einbruch der Jahre 1993/94 überwinden und in den Jahren 2000/2001 neue Rekordumsätze verbuchen konnte. Dies muss allerdings vor dem Hintergrund bewertet werden, dass insgesamt gesehen die Entwicklung der Investitionsgüternachfrage in Deutschland in den letzten zehn Jah-

ren unbefriedigend ist. Lokale Fühlungsvorteile und die inländische Nachfrage haben für die Entwicklung auch im Weltmaßstab innovativer Produkte eine eminent wichtige Bedeutung. Berücksichtigt man die Überlegungen zur Rolle von „führenden Märkten“ für die langfristige Durchsetzungsfähigkeit auf internationalen Märkten (Kapitel 6), dann resultieren aus der Entwicklung der Inlandsnachfrage eine Reihe von **mittelfristig relevanten Gefahren** für die technologische Leistungsfähigkeit in Teilzweigen des MAB. Für die mittelfristige Entwicklung der MAB als Ganzem ist daher ein höherer Entwicklungspfad der Investitionstätigkeit im Inland eine wesentliche Stütze. Entsprechend sollte die Wirtschafts- und Innovationspolitik darauf abzielen, die Investitionstätigkeit in Deutschland wieder auf einen solchen höheren Wachstumspfad zurückzuführen.

Insgesamt deutet sich immer klarer eine Ausdifferenzierung der Entwicklung in den einzelnen Teilzweigen des MAB an. Die positive Entwicklung wird von einigen wenigen Teilzweigen getragen, während andere Teilzweige immer stärker unter massivem Anpassungsdruck und Nachfragerückgängen leiden. Die jüngere Entwicklung im deutschen MAB, dessen differenziertes Angebot nicht zuletzt auch eine Folge der hohen fachlichen Breite der deutschen Industrie war bzw. der diese Struktur symbiotisch festigte, reflektiert damit auch die zunehmende Ausrichtung des deutschen Innovationssystems in den letzten zehn Jahren auf den Automobilbau (vgl. dazu den Vorjahresbericht).

Alle Anzeichen sprechen dafür, dass angebotsseitig die **Innovationskraft** des deutschen MAB auf einer breiten Basis steht, nämlich auf typischen Charakteristiken des deutschen Innovationssystems, die im MAB auch besonders fruchtbar zum Tragen kommen: Ein breites, hochqualifiziertes Potenzial an Absolventen des dualen Ausbildungssystems und eine hohe Qualität der Ingenieurausbildung bilden gemeinsam mit intensiven FuE-Anstrengungen der Unternehmen und einer vergleichsweise stark auf die Bedürfnisse des MAB zugeschnittenen öffentlichen FuE-Infrastruktur die Grundlage der zurzeit hohen technologischen Leistungskraft des deutschen MAB.

Aktuell wird der MAB von Innovationen entlang existierender **technologischer Entwicklungspfade** dominiert, was den Eigenheiten des deutschen Innovationssystems entgegen kommt. Allerdings hat der deutsche MAB in der Vergangenheit auch gezeigt, dass er **technologische Revolutionen** – wie sie die Einführung von CNC-Techniken dargestellt haben – zu bewältigen weiß. Die Weltmarktstellung deutscher Maschinenbauer war am Ende dieser technologischen Umwälzung stärker als zuvor. Entsprechend seinem Charakter als breit aufgestellte Investitionsgüterindustrie resultieren technologische Herausforderungen an den MAB aus der Entwicklung einer breiten Palette neuer Technologien insbesondere der Mikrosystemtechnik, der Nanotechnologie, der Optoelektronik und der Lasertechnik sowie der Entwicklung neuer Materialien. Dies kann als eine Entwicklung entlang existierender Linien beschrieben werden. Zusätzlich werden sich neue technologische Herausforderungen auch aus **Umweltschutzanforderungen** ergeben.

Die **Informationstechnik** wird den MAB in den nächsten Jahren noch weiter durchdringen. Mit der stärkeren Standardisierung der Schnittstellen wird sich auch der Trend verstärken, die in Maschinen inkorporierte Informationstechnik unmittelbar mit dem Internet zu verbinden. Dies eröffnet vielfältige Möglichkeiten zum Re-engineering der bisherigen Wertschöpfungsketten im MAB. Die Neuzusammensetzung der Wertschöpfungsketten ermöglicht in

Zukunft einen stärkeren Marktzutritt von neuen Unternehmen, auch von Unternehmen, die bisher in anderen Branchen angesiedelt waren (z. B. Ingenieurbüros). Möglicherweise wird sich dadurch in den nächsten Jahren der Trend zu immer weniger Unternehmensgründungen im MAB, der in den 1990er Jahren zu verzeichnen war, wieder umkehren. Gleichzeitig resultieren aus den erweiterten Möglichkeiten des Re-engineering der Wertschöpfungskette aber auch Gefahren für die Beschäftigungspotenziale des MAB, da standardisierte Teile der Wertschöpfungskette mit geringen Humankapitalanforderungen im Ausland häufig billiger hergestellt werden können als in Deutschland, das an der Spitze der internationalen Arbeitskostenhierarchie im MAB steht.

Im Umgang mit der technologischen Herausforderungen suchen manche Unternehmen ihren Geschäftserfolg in der Entwicklung von **Systemlösungen** einschließlich der Integration von Dienstleistungsfunktionen wie Wartungen, Steuerung (Betrieb von Anlagen) oder Finanzierung (Leasing-Modelle). Andere zielen auf die Herausbildung einer starken Marktstellung bei einzelnen **Komponenten** über die Realisierung von Synergieeffekten und Skalenvorteilen ab. Ein Königsweg zwischen diesen beiden Extremen scheint nicht zu existieren. Der deutsche MAB wird auch in Zukunft sehr sorgsam wählen müssen zwischen einer Strategie der kundenspezifischen Produktdifferenzierung und einer auf große Stückzahlen abzielenden Strategie der technologischen und der Preisführerschaft.

Zentral für den MAB ist die Entwicklung von **Strategien** zur Beseitigung des aktuellen Fachkräfteengpasses (insbesondere im Ingenieurbereich, vgl. Abschnitt 1.2). Der Fachkräftemangel stellt damit ein zentrales Handlungsfeld für eine den MAB unterstützende Innovationspolitik dar. Solange der Fachkräftemangel in der aktuellen Form fortbesteht, wird auch die Effizienz anderer FuE-Fördermaßnahmen für den Maschinenbau eingeschränkt, da der Fachkräftemangel bei den Forschungs-, Entwicklungs- und Konstruktionsaufgaben auftritt. Ebenso wichtig wie die Bekämpfung des Fachkräftemangels im Ingenieurbereich ist auch die fortlaufende Anpassung der Berufsbilder im dualen Ausbildungssystem an die technologischen Entwicklungen im MAB. Mit der Einführung des „Mechatronikers“ konnten in den letzten Jahren wichtige Fortschritte erzielt werden. Die fortlaufende Anpassung der existierenden Berufsbilder im MAB bleibt eine wichtige Aufgabe der Bildungspolitik.

Allerdings sollten sich die Unternehmen nicht nur auf ihre technologische Innovationskraft verlassen. Für den mittelständisch strukturierten MAB stellt die **Finanzierung** von Innovationen nach wie vor eine Herausforderung dar. Primär wurden und werden Innovationen aus dem laufenden Geschäft finanziert. Die Reduzierung der Steuerbelastung für Kapital- und Personengesellschaften im Rahmen der Steuerreform wird hier den Finanzierungsspielraum erweitern. Im internationalen Vergleich ist aber die Eigenkapitalquote des deutschen MAB gering. Damit spielt auch die Fremdfinanzierung von Innovationsaktivitäten, insbesondere über das Bankensystem, eine wichtige Rolle. Insofern stellt der Übergang auf die zurzeit diskutierte Neuregelung aufsichtsrechtlicher Vorschriften[7] auch viele mittelständische Maschinenbauer vor neue Herausforderungen bei der Finanzierung von Investitionen und Innovationen. Inwieweit sich aus der Änderung der daraus resultierenden Eigenkapitalvorschriften der Banken zusätzliche Finanzierungsrestriktionen bzw. Verteuerungen der Kreditfinan-

---

[7] „Baseler Akkord“ oder Basel II.

zierung ergeben, ist zurzeit noch nicht konkret absehbar. Gefragt sind in Zukunft auch organisatorische Innovationen und Finanzierungsinnovationen. Unabhängig davon, wie letztendlich die neuen Regelungen konkret ausfallen werden, zeichnet sich bereits jetzt eine verstärkte Orientierung der Banken am individuellen Kreditrisiko ab. Im Interesse einer kostengünstigere Fremdkapitalversorgung sind daher die Unternehmen gehalten, eine deutliche Verbesserung im Bereich des Managements der Beziehungen zu den Hausbanken (größere Transparenz) anzustreben. Denn dies ist die Voraussetzung für die Erschließung alternativer Finanzierungsmöglichkeiten beispielsweise über Risikokapital oder über die Börse.

5 Innovative Aktivitäten in der Optischen Technologie

In den letzten Jahrzehnten wurden auf dem Gebiet der Optischen Technologie enorme Entwicklungen verzeichnet, die die traditionellen Anwendungsgebiete der Optik völlig sprengen und die Optische Technologie zu einer Schlüsseltechnologie für viele Branchen machen. Sie hat inzwischen große Bedeutung bei der Entwicklung neuer Produkte oder Verfahren in vielen Wirtschaftszweigen gewonnen und eröffnet diesen auch weiterhin ein unschätzbares Entwicklungspotenzial. Sie hat sich als Antriebsmotor für die technologische und wirtschaftliche Entwicklung in vielen Branchen etabliert. Die Optische Technologie reicht von der traditionellen Optik bis hin zu jüngeren Formen der Nutzung, insbesondere der Erzeugung von Licht, beispielsweise in der nichtlinearen Optik. In ihrer Anwendung umfasst sie

- traditionelle Konsumgüter wie Linsen und Fotoapparate,
- moderne Produkte wie CD-Player und optische Speicher, aber auch
- Investitionsgüter wie Messgeräte und Laser für den Einsatz in Produktion und Medizin.

Bereits diese kurze Liste von Produkten zeigt, dass es sich bei der Optischen Technologie um eine so genannte **Schlüsseltechnologie** handelt, also um eine Technologie, die unübersehbare Anwendungen und Erfindungen ermöglicht. Hinzu kommt, dass der Wertschöpfungsanteil der Optischen Komponenten an einzelnen Produkten teilweise gering, für deren Funktionalität jedoch von entscheidender Bedeutung ist.

5.1 Forschungsstand zur Optik

Die **wissenschaftliche Forschung** spielt eine große Rolle insbesondere in hochtechnologischen, wissenschaftsgebundenen Wirtschaftszweigen. Wissenschaftliche **Publikationen, Spezialisierungen und die Ausstrahlung** auf andere Bereiche geben Hinweise auf die wissenschaftliche Positionierung und auf die technologischen Potenziale dieses Sektors.

Die bundesdeutschen Anteile an den wissenschaftlichen **Publikationen** im Bereich der Optik sind im Verlauf der 1990er Jahre deutlich angestiegen (von rund 6 % auf 9 % weltweit). Damit hat sich Deutschland mehr und mehr auf die Optik **spezialisiert** und ist am Ende der 1990er Jahre auf einen Spitzenplatz unter den Industrienationen gelangt (vgl. Tab. 5-1). Gleichzeitig mussten die USA auf Grund der Ausweitung der Aktivitäten auch anderer Länder wie Japan, Frankreich und Italien trotz leichter Erhöhungen der Absolutzahlen von Publikationen den Verlust einiger Prozentpunkte in Kauf nehmen. Sie stellen aber nach wie vor den Löwenanteil der international relevanten Publikationen im Bereich Optik. Der Publikationsoutput wird überwiegend von öffentlichen FuE-Kapazitäten hervorgebracht, die im Betrachtungszeitraum in Deutschland insgesamt nicht ausgeweitet wurden.

Die FuE-Ausgaben – im nicht genau passfähigen Wirtschaftssektor der medizinischen, präzisions- und optischen Instrumente – sind gesunken. Die positive Entwicklung der wissenschaftlichen Optikforschung ist also einer Verlagerung der Schwerpunktaktivitäten im weitgehend selbstbestimmten öffentlichen Forschungssektor zuzuschreiben. Die wissenschaftlichen Grundlagen für die Optische Technologie scheinen sich in Deutschland in den ver-

gangenen Jahren deutlich verbessert zu haben; ein Abbrechen dieses Trends ist nicht zu erkennen: Die deutsche Wissenschaft ist in Vorleistung gegangen.

Tab. 5-1: Relative Publikationszahlen im Bereich Optik und Photographie in den Jahren 1990-2000

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Deutschland	5,4	5,9	7,3	7,1	7,6	7,5	8,2	7,9	8,2	8,6	8,9
USA	31,6	31,5	30,9	31,0	30,3	28,7	26,5	26,2	24,8	25,1	24,8
Japan	7,0	7,0	6,9	6,4	7,1	7,7	7,8	7,7	9,0	8,9	8,7
Frankreich	4,2	4,6	5,1	5,0	5,4	5,2	5,9	6,7	6,7	6,1	6,1
Großbritannien	7,6	7,8	8,1	7,8	8,5	8,2	8,0	7,9	7,5	7,4	7,5
Schweiz	1,0	1,1	0,9	1,1	1,1	2,3	1,3	1,5	1,6	1,6	1,3
Kanada	2,9	3,0	3,3	3,6	3,0	3,0	2,8	2,9	2,6	2,5	2,6
Schweden	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4
Italien	2,0	2,4	2,6	2,5	2,9	2,9	3,3	3,3	3,5	3,7	3,8
Niederlande	1,2	1,5	1,7	1,4	1,8	1,4	1,4	1,7	1,5	1,6	1,6
Welt	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Quelle: SCISEARCH; Berechnungen des FhG-ISI.

Neben der Frage, wie sich die wissenschaftlichen Publikationen im Vergleich zu anderen Industrienationen darstellen, lässt sich gleichzeitig fragen, auf welche anderen wissenschaftlichen Bereiche die Optik „ausstrahlt", d. h. für welche Bereiche sie eine **Schlüsselfunktion** innehat oder haben kann. Das kann man daran erkennen, wie häufig und in welchen anderen Fachbereichen Artikel aus dem Bereich Optik zitiert werden.

Erkenntnisse aus der Optik finden zunehmend in andere Forschungsgebiete Einzug (Abb. 5-1). Hervorzuheben sind hier im internationalen Kontext neben dem Bereich Messen, Regeln bspw. die Datenverarbeitung, die Grundstoffchemie, die Materialforschung oder auch der Bereich Ökologie/Klima. Seit längerem bestehen bereits Einflüsse der Optik-Forschung auf die wissenschaftlichen Bereiche der Elektrotechnik, der Telekommunikation, der Medizin und der Geowissenschaften.

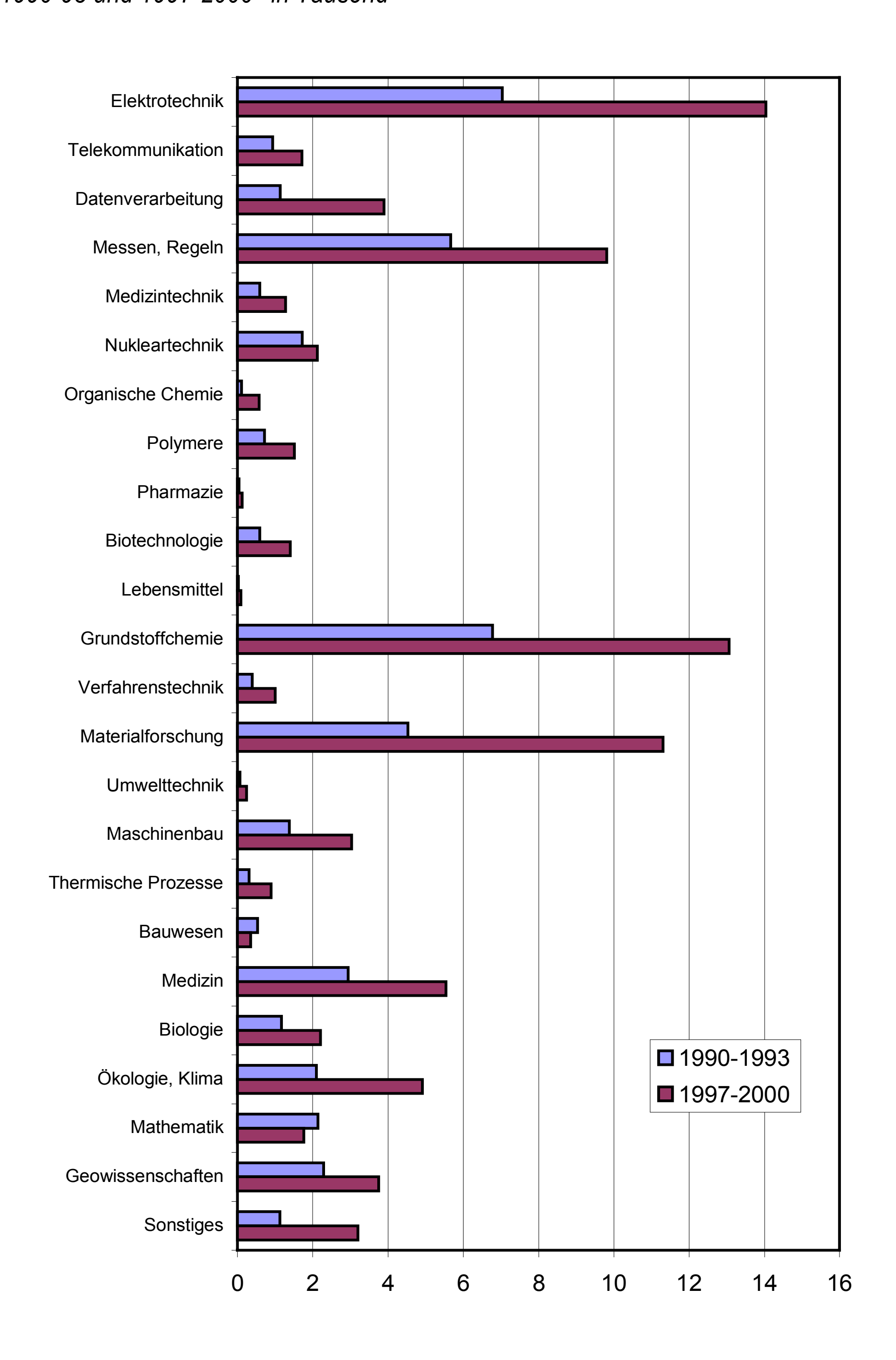
Das Profil der deutschen Forschung weicht in dieser Hinsicht nur wenig vom internationalen Durchschnitt ab; ausgenommen sind Ausstrahlungen auf Telekommunikation und Datenverarbeitung, bei denen Deutschland mehr als deutlich hinter den internationalen Vorgaben zurückbleibt – in der Dynamik der 1990er Jahre wird der Abstand nur in der Telekommunikation kleiner.

5.2 Anwendungsgebiete der Optik

Der Begriff Optische Technologie ist zunächst eine sehr technikzentrierte Definition,[1] welche die Abgrenzung in Bezug auf Patente, aber auch auf Güter weniger schwierig erscheinen

[1] Die Auswahl der jeweiligen Codes der Wirtschaftszweig-Klassifikationen für die Teilbereiche der Optischen Technologie wurde nach einer einheitlichen Systematik durchgeführt, die man unter der Bezeichnung „Kontaminationsprinzip" zusam-

Abb. 5-1: Zahl der in verschiedenen Disziplinen zitierten deutschen Publikationen aus dem Bereich Optik 1990-93 und 1997-2000) in Tausend*



*) Die Zitatzahl in der Optik selbst und im Muttergebiet Physik sind weggelassen worden; die Klassifikation der Disziplinen folgt dem Vorgehen in Kapitel 1.1.

Quelle: SCISEARCH, Berechnungen des FhG-ISI.

lässt. Deutlich problematischer wird eine solche Abgrenzung hinsichtlich der Unternehmen, die sich mit Optischer Technologie beschäftigen bzw. in diesem Bereich tätig sind.

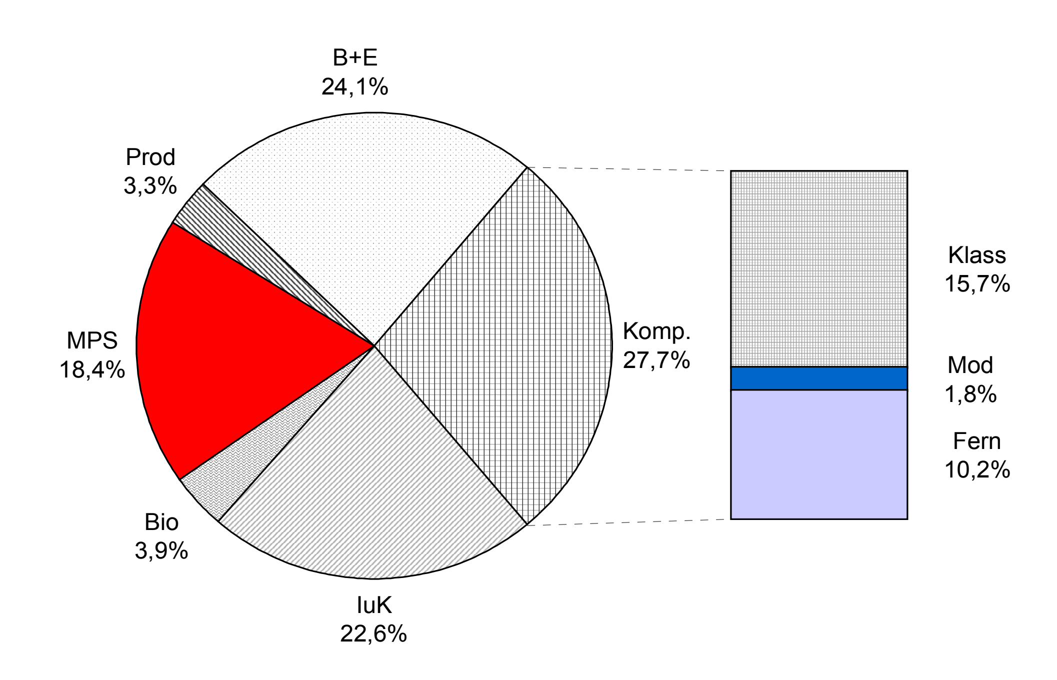
---

menfassen kann. Dieses Prinzip bedeutet, dass solche Codes ausgewählt wurden, die zu einem großen Anteil Optische Technologie beinhalten bzw. die zu einem großen Teil von ihr mitbestimmt werden.

Für die Abgrenzung der Optischen Technologie wurde – in Anlehnung an die „Agenda Optische Technologien für das 21. Jahrhundert"[2] und die amerikanische Studie „Harnessing Light"[3] – eine Klassifikation mit sechs Ausprägungen gewählt, die im Folgenden aufgeführt ist und an der sich die Diskussion orientiert. Dabei werden die wesentlichen Ergebnisse für die einzelnen Bereiche sowohl im nationalen wie im internationalen Kontext dargestellt:

- Optik in der Informations- und Kommunikationstechnologie (IuK)
- Optische Technologie in der Bio-Medizin (Bio-Medizin)
- Messen, Prüfen, Sensorik (MPS)
- Optische Technologie in der Produktionstechnik (Prod)
- Beleuchtung und Energie (B+E)
- Fertigung von optischen Komponenten und Systemen (Komp):
  - klassische Optik
  - moderne Optik und
  - Fernsehtechnik.

Abb. 5-2: Deutsche Patentanmeldungen in der Optischen Technologie nach Anwendungsgebieten 1997-1999



Quelle: EPA; Berechnungen des Fraunhofer ISI, 1998-1999 teilweise hochgerechnet.

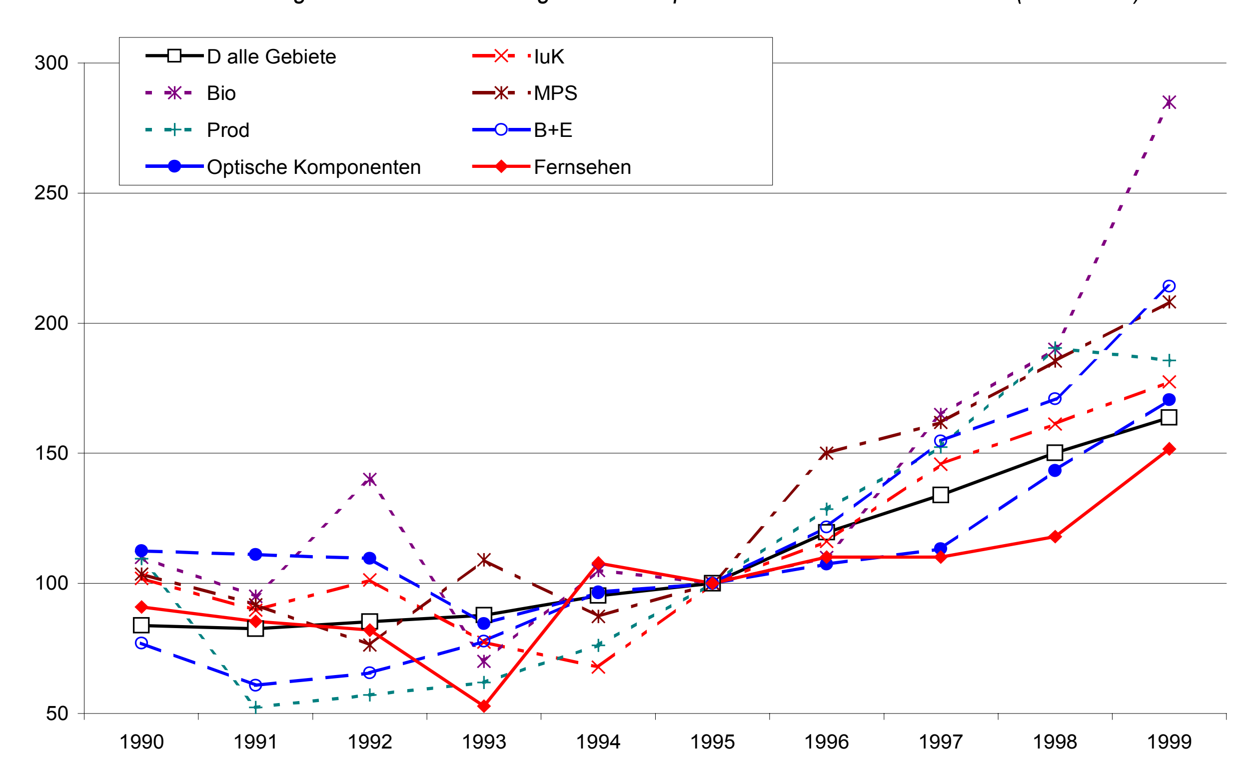
---

[2] Lenkungskreis Optische Technologien für das 21. Jahrhundert (2000): Deutsche Agenda Optische Technologien für das 21. Jahrhundert, Düsseldorf, (S. IX).

[3] Committee on Optical Science and Engineering (COSE) (1998): Harnessing Light. Optical Science and Engineering for the 21st Century, Washington.

Abb. 5-2 zeigt die heutige Bedeutung der Anwendungsgebiete im Spiegel der Patentstatistik: Das **Patentaufkommen** in den Traditionsgebieten Beleuchtung und Energie sowie klassische Komponenten ist immer noch hoch, ebenso in der Fernsehtechnik. Zu den weiteren Säulen der deutschen Optik gehören die Anwendungen im IuK-Bereich und bei Messen/Prüfen. Junge noch kleine Gebiete sind die Anwendungen der Optik in Produktion und Biomedizin sowie die modernen Komponenten. Die Patentzahlen p. a. sind seit 1990 stark gewachsen; sie haben sich in mehreren Gebieten inzwischen fast verdoppelt (Abb. 5-3); nur die Fernsehtechnik wächst langsamer als der Durchschnitt der Patente in allen Gebieten der Technik.

Abb. 5-3: Entwicklung der Patentanmeldungen in der Optik in Deutschland 1990-1999 (1995=100)



Quelle: EPA. - Berechnungen des Fraunhofer ISI; 1998-1999 teilweise hochgerechnet.

Den stark gestiegenen Erfindungsaktivitäten in der optischen Technik stehen stagnierende **FuE-Intensitäten** der optischen Industrie gegenüber (Tab. 5-2): die FuE-Intensität ist um 1 Prozentpunkt bei konstanter FuE-Personal-Kapazität gefallen. Dies ist ein weiterer, deutlicher Hinweis auf den Schlüsselcharakter der Optik: Für die Optik-Anwender spielt (auch in ihren FuE-Kapazitäten) die optische Technik teilweise nur eine untergeordnete Rolle. Ein Großteil der relevanten Erfindungen dürfte von Unternehmen aller übrigen Branchen stammen, deren FuE-Gesamtaufwendungen für die Optik nicht bekannt ist.

Der Anteil der **FuE-Beschäftigten** nimmt aber mit einem Wert von 7½ % nach wie vor eine Spitzenposition ein und ist deutlich höher als im gesamten Verarbeitenden Gewerbe. Herausragend sind die IuK- und die sensorischen Anwendungen mit FuE-Personal ausgestattet; die eher klassischen Gebiete sind FuE-schwach – wie es sein soll. Der internationale Vergleich der FuE-Daten lässt jedoch vermuten, dass die deutschen FuE-Kapazitäten teilweise

Tab. 5-2: FuE-Intensitäten im Gesamtgebiet der optischen Technologie in Deutschland 1995, 1997 und 1999

	1995		1997		1999	
	FuE-Anteil am Umsatz	FuE-Ant. an Besch.	FuE-Anteil am Umsatz	FuE-Ant. an Besch.	FuE-Anteil am Umsatz	FuE-Ant. an Besch.
	in %	in %	in %	in %	in %	in %
IuK	8,3	10,1	6,2	9,6	6,0	10,1
Bio-Medizin	7,9	5,8	7,5	7,1	7,0	6,3
MPS	7,6	9,3	6,3	8,3	6,7	8,8
Prod	2,4	3,5	2,7	3,8	2,4	3,1
B+E	1,8	2,9	2,8	4,6	2,6	4,4
Optische Komponenten	9,1	6,9	6,7	6,6	7,2	7,4
Fernsehen	2,8	4,1	3,3	4,6	3,1	4,5
Alle erfasste Bereiche	6,3	7,5	5,4	7,6	5,2	7,7
Verarbeitendes Gewerbe	3,2	4,0	3,3	4,2	3,5	4,3

Quellen: Stifterverband Wissenschaftsstatistik, unveröffentlichte Sonderauswertung für das NIW. Statistisches Bundesamt, Fachserie 4, Reihen 4.1.1 und 4.3 (1995, 1997, 1999). - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Tab. 5-3: Humankapital-Intensitäten im Gesamtgebiet der Optischen Technologie in Deutschland 2000

	Arbeiter[1]	Facharb.[2]	Angestellte[3]	Hochschule[4]	Intensität der	
	Fertigungstätigkeit		Dienstleistungstätigkeit		Akadem.[5]	Wissensch.[6]
IuK	47,4	36,3	52,6	33,1	17,4	11,6
Bio-Medizin	61,3	57,7	38,7	13,7	5,3	2,7
MPS	43,2	45,2	56,8	33,3	18,9	13,7
Prod	60,9	68,7	39,1	21,9	8,5	6,0
B+E	61,6	32,4	38,4	29,1	11,2	8,3
Komponenten	43,9	45,9	56,1	21,9	12,3	6,5
Fernsehen	54,7	30,1	45,3	26,0	11,8	8,3
Alle erfasste Bereiche	52,9	46,9	47,1	28,4	13,4	9,2
VG	61,8	46,1	38,2	20,8	7,9	4,6

1) Anteil der Arbeiter an den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten.
2) Anteil der Facharbeiter an den Arbeitern.
3) Anteil der Angestellten an den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten.
4) Anteil der Hochschul-/Fachhochschulabsolventen an den Angestellten.
5) Anteil der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten mit Hochschul-/Fachhochschulabschluss.
6) Anteil der Naturwissenschaftler/Ingenieure an den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten.

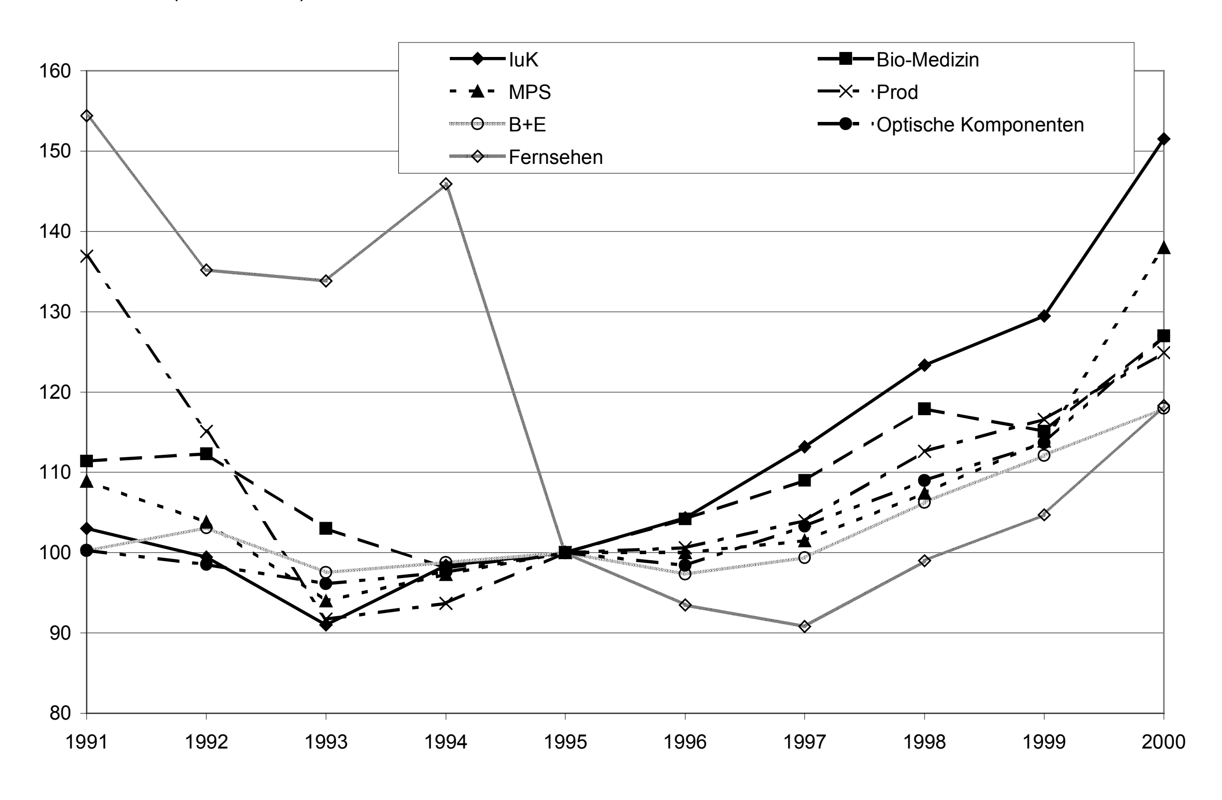
Quelle: Angaben des Statistischen Bundesamtes zu den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten. - Berechnungen des NIW.

erheblich unter dem Niveau anderer OECD-Länder liegen, die zusehends in dem Bereich der Optischen Technologie in der Bio-Medizin – und anderen modernen Bereichen der Optik – ihre Kompetenzen ausbauen (insbesondere die USA und Japan). Dies könnte sich in mittelfristiger Perspektive negativ auf die deutsche Position auswirken.[4] Möglicherweise ist aber die deutsche FuE-Struktur noch heterogener als anderswo.

4 Die internationalen Daten zu FuE sind leider nur in der zweistelligen und damit groben Gliederung verfügbar. In dieser Abgrenzung sind neben einzelnen Teilbereichen der Optischen Technologie wie beispielsweise Bio-Medizin, klassische und

Die hohe Beanspruchung von Humankapital auch außerhalb von FuE und insbesondere bei IuK- und sensorischen Anwendern zeigt sich durchgehend: die Intensitäten praktisch aller Anwendungsgebiete liegen oberhalb des Verarbeitenden Gewerbes.[5] Der Einsatz der Hochqualifizierten in der Fertigung oder bei Dienstleistungen ist aber wieder in jedem Anwendungsgebiet anders (Tab. 5-3).

Abb. 5-4: Entwicklung der Nettoproduktion bei Optischer Technologie in Deutschland 1991 bis 2000 (1995 = 100)



1) HWZ geschätzt.
Quelle: Statistisches Bundesamt, Fachserie 4, Reihe 4.1.1. - Berechnungen des NIW.

Eine weitere Erklärung für den steigenden Patentoutput bei stagnierenden FuE-Intensitäten kann in der starken Ausdehnung der Produktion – vor allem durch neue Produkte – mindestens seit Mitte der 1990er Jahre gesehen werden (Abb. 5-4): FuE hat mit diesem Wachstumstempo nicht mitgehalten. Hier wird ein wesentliches Charakteristikum eines technologischen **Paradigmenwechsels** eingefangen. Die FuE-Aufwendungen beziehen sich auf **zukünftige Produkte**, FuE-Intensitäten werden aber an heutigen Umsätzen gemessen. Solange eine Branche in ruhigem Fahrwasser ist, signalisieren die Werte konstante Verhältnisse: eine Branche ist ihrer Natur nach FuE-intensiv oder nicht. Wenn sich aber bei hohem FuE-Niveau Produktion und Umsätze auf Grund des Innovationserfolgs stark dynamisch entwickeln, gehen die FuE-Quotienten zurück, bis wieder branchentypische Verhältnisse einkehren.

---

moderne Optik und in Teilen auch Mess- und Prüftechnik über die Optik hinausgehende Bereiche wie medizinische und feinmechanische Geräte und Instrumente enthalten. Gestützt durch das Gesamtbild lassen sich die massiven Ausweitungen der Aktivitäten in einzelnen Ländern jedoch in erster Linie auf die genannten optischen Bereiche zurückführen.

[5] Die Anwendungen der Optik in der Bio-Medizin sind (noch) nicht zahlreich; die richtige Erfassung der Zahlen zweifelhaft.

Zu bemerken ist noch, dass die **Produktionswerte** in den Anwendungsgebieten der Optik wiederum sehr unterschiedlich ausfallen: Bei einem Anteil von knapp 12 % am Gewicht des Verarbeitenden Gewerbes fällt die Hälfte davon auf die IuK-Anwendungen, je um die 10 % auf Anwendungen in der Produktion, auf Beleuchtung/Energie und Mess- und Regeltechnik. Die übrigen Gebiete haben einstellige Produktionsanteile.

5.3 Leistungsstand in den Anwendungsgebieten der Optischen Technologie

Die Optik stellt sich insgesamt so heterogen dar, dass sich eine genauere Betrachtung anbietet: So wird die **Informations- und Kommunikationstechnologie** (IuK) zusehends von der Optischen Technologie befruchtet. Bereits seit längerem hat die Compact Disc die magnetischen Speichermedien ersetzt. Über kurz oder lang werden auch die magnetischen Festplatten durch optische Speicher abgelöst. Weitere Anwendungen der Optischen Technologie in der IuK finden sich beispielsweise in der schnurlosen Datenübertragung mittels Infrarot-Schnittstellen. Ebenso werden künftig auch innerhalb von Geräten (optische Rechner) optische Elemente eine große Rolle spielen. Für den Konsumenten spielen hierbei Bildschirme und Displays, die ebenfalls der Optischen Technologie zugerechnet werden können, im täglichen Leben bereits heute eine große Rolle.

Tab. 5-4: Patent- und Außenhandelskennziffern bei Optischer Technologie in der IuK 1991, 1994 und 1999

	WHA			RWA			RCA			RPA		
	1991	1994	1999	1991	1994	1999	1991	1994	1999	1991	1994	1999*
Deutschland	10,2	9,3	7,7	-48	-42	-52	-59	-56	-64	-59	-73	-57
USA	23,0	20,6	17,5	37	28	3	1	-7	-25	-4	-4	-2
Japan	26,8	22,3	12,0	59	45	12	76	51	-21	61	62	60
Frankreich	9,9	10,6	12,7	32	45	57	7	15	35	-8	-2	-36
Großbritannien	6,5	6,4	6,8	-29	-20	-11	-35	-24	-5	-44	10	-5
Italien	3,9	3,3	1,5	-54	-60	-88	-43	-18	-82	-85	-49	-27
Kanada	2,2	2,1	2,6	-60	-66	-60	-74	-78	-69	-74	-9	15
Schweden	2,0	0,9	2,4	-11	-66	14	-44	-82	-12	-65	-45	-33
Niederlande	4,4	6,5	9,6	-11	37	69	-36	-11	-5	55	53	9
Schweiz	0,9	0,8	1,0	-77	-80	-61	-83	-87	-73	-27	-46	-25

Quelle: OECD: ITCS PATDPA - International Trade By Commodity Statistics, Rev. 3, 2001. - Berechnungen des NIW und des FhG-ISI. *Teilweise hochgerechnet.

Auf dem **Weltmarkt** für IuK-Technologie hat Japan unübersehbare Stärken gehabt. Dies ist in Bezug auf den Teilbereich der Optik, der sich diesem Markt zuordnen lässt, nicht wesentlich anders als in der gesamten Branche. Es zeigt sich jedoch, dass die starke Dominanz japanischer Hersteller sehr schnell geschwunden ist und auch andere Nationen zusehends größere Stücke des größten der hier betrachteten Teilbereiche für sich in Anspruch nehmen können (Tab. 5-4). So beispielsweise die Niederlande, in deren Wirtschaftsstruktur die Optische Technologie in der IuK-Branche eine wichtige Rolle spielt, wenngleich gerade in jüngerer Zeit die **außenwirtschaftliche Spezialisierung** nicht mehr von entsprechend hohen **Patentaktivitäten** gedeckt werden. Auch Briten und insbesondere Franzosen können zusehends mehr Erfolge für sich verbuchen, was bei letzteren um so erstaunlicher ist, als auch hier über weite Strecken der 1990er Jahre die **Patentspezialisierung** negativ und unstet ist.

Die USA, die in den meisten Bereichen allein auf Grund der Größe ihres Landes eine wichtige Rolle spielen, haben nach wie vor sehr große Anteile, wenngleich es den Anschein hat, als würden sie sich auf andere Bereiche der Optischen Technologie konzentrieren.

Deutschland nimmt bei optischen IuK-Produkten eine (unter-)durchschnittliche Position ein, die sich zumindest in mittelfristiger Perspektive kaum ändern wird, wenngleich man auf diesem Markt bisher immerhin mit dem allgemeinen Wachstum Schritt halten konnte. Allerdings sind die **Welthandelsanteile** Deutschlands in der Optischen Technologie in den IuK rückläufig, wobei dies dem allgemeinen Trend zum Ende der 1990er Jahre im Verarbeitenden Gewerbe entspricht, so dass die Spezialisierung (RWA) hier nahezu unverändert und negativ bleibt. Die bundesdeutschen **Patent-Intensitäten** (Patente pro Einwohner) haben sich auf dem optischen Gebiet leicht erhöht, was jedoch nicht gleichzeitig zu einer erhöhten Spezialisierung bei den Patenten in der optischen IuK-Technologie geführt hat, da auch in anderen Ländern die Aktivitäten in dieser Hinsicht ausgeweitet wurden. Am Ende des Betrachtungszeitraums kann nur noch Frankreich eine positive Außenhandelsspezialisierung vorweisen; die Dominanz der Industrieländer ist verloren gegangen. Sie und auch ihr Patentschutz spielt nicht mehr **die** Rolle für das Anwendungsgeschäft der Optik auf dem boomenden IuK-Markt.

Der Einsatz von Mikroskopen – diese sind in dieser Studie unter den klassischen Komponenten erfasst – ist in der Medizin oder auch der Biologie seit langem bekannt. Die Optische Technologie erbringt aber bereits seit einiger Zeit auch in anderer Hinsicht Nutzen für die **Bio-Medizin**. So ist der Einsatz von Lasern in der Augenheilkunde, der Chirurgie oder auch der Dermatologie bei zahlreichen Behandlungen Standard geworden. Unter dem Stichwort „minimal-invasive Operationsmethoden“ lässt sich die Entwicklung zahlreicher Instrumente und Verfahren zusammenfassen, zu welchen die Optische Technologie nicht nur mit Hilfe des Lasers einen wichtigen Beitrag leistet, sondern beispielsweise auch durch Sonden und Endoskope. Die mannigfachen Einsatzmöglichkeiten lassen sich aus heutiger Perspektive im besten Fall häufig lediglich erahnen.

Tab. 5-5: Außenhandelskennziffern bei Optischer Technologie in der Bio-Medizin 1991-1999

	WHA			RWA			RCA		
	1991	1994	1999	1991	1994	1999	1991	1994	1999
Deutschland	20,4	19,6	17,4	18	28	24	54	50	31
USA	24,0	26,5	31,4	41	50	55	30	56	64
Japan	17,3	15,1	11,5	24	9	7	46	7	-13
Frankreich	7,4	5,6	4,9	4	-15	-28	42	25	25
Großbritannien	6,5	6,8	5,9	-29	-14	-25	-9	-15	-20
Italien	3,3	3,1	2,7	-66	-64	-66	-67	-58	-65
Kanada	0,4	0,5	0,6	-98	-98	-97	-97	-96	-94
Schweden	2,3	2,4	2,1	3	17	0	32	24	8
Niederlande	7,2	7,5	7,8	35	49	56	34	47	41
Schweiz	2,5	2,3	2,1	-2	-6	1	38	15	25

Quelle: OECD: ITCS - International Trade By Commodity Statistics, Rev. 3, 2001.
- Berechnungen des NIW.

Die Optische Technologie in der Bio-Medizin ist an absoluten Werten gemessen ein recht **kleines und junges Feld**, weist aber bei zahlreichen der hier verwendeten Indikatoren ein

Wachstum auf. Bezogen auf den gesamten Bereich der Bio-Medizin bzw. der Lebenswissenschaften ist der Beitrag der Optischen Technologie von zunehmender Bedeutung.

Auf diesem Markt ist eine starke Dominanz der US-Firmen festzustellen, die sich jedoch erst in den letzten Jahren deutlicher herausgebildet hat und sich insbesondere durch einen **Welthandelsanteil** von rund 31 % und entsprechend positiven Spezialisierungen (RWA) und Import-Export-Relationen (RCA) im Jahr 1999 dokumentieren lässt (Tab. 5-5).

Deutschland nimmt in der Bio-Medizin neben Japan eine starke Position ein. Die **Patent-Intensitäten** haben sich in den 1990er Jahren etwa verdoppelt und sind deutlich höher als die der USA. Die **absolute Zahl der angemeldeten Patente** ist mit 57 im Jahr 1999 dennoch recht klein, wenngleich dies den zweiten Platz hinter den USA bedeutet, dicht gefolgt von Japan.[6] Zum Ende dieser Dekade sind sowohl nominal als auch real **steigende Produktionswerte** zu verzeichnen, die das Niveau zu Beginn der 1990er Jahre überschreiten, nachdem in der Rezession ein leichtes Absinken zu bemerken gewesen war (Abb. 5-4). Hinsichtlich des Humankapitals erweisen sich die Akademiker- bzw. Wissenschaftler-Anteile in der Bio-Medizin als etwas rätselhaft niedrig, wenngleich ein leichter Anstieg der Zahlen zum Ende des Beobachtungszeitraumes festzustellen ist (vgl. Tab. 5-3).

Eine herausragende Position nehmen die Optik-Anwendungen in der Bio-Medizin bei originären **Unternehmensgründungen** ein, was ausländische Beteiligung angeht. Gleichzeitig sind im bio-medizinischen Bereich die Anteile der nicht mehr wirtschaftlich aktiven Unternehmen unter allen Optikanwendern am niedrigsten, was ein Erklärungsgrund für die erhöhte Bereitschaft ausländischer Geldgeber sein könnte, in Unternehmen dieses Teilbereichs in Deutschland zu investieren.

Messen, Prüfen und Sensorik gehören zu den traditionellen Anwendungsbereichen der Optischen Technologie. Aber auch hier hat sich der technische Fortschritt beschleunigt und dabei zahllose neue Anwendungsfelder erschlossen. Obwohl sich Produktionswerte und die Umsätze als besonders dynamisch erweisen, übergehen wir die Details zu Gunsten einer genaueren Studie des Einsatzes von Licht in der **Produktionstechnik**. Wie in der Messtechnik sind es auch hier die Genauigkeit und die Möglichkeit der exakten Dosierung, was den Einsatz von Optischer Technologie so interessant macht.

Die optische Produktionstechnik ist sowohl nach **Patenten** (Abb. 5-2) als auch nach **Produktionswerten** der kleinste der hier betrachteten Teilbereiche. Er wird auf dem Weltmarkt deutlich von deutschen Unternehmen dominiert. Bei den **Patenten**, sowohl nach absoluten Zahlen als auch nach Intensitäten und Spezialisierungen, liegt Deutschland einsam an der Spitze. Gleichzeitig hat Deutschland mit einem **Welthandelsanteil** von 19 % im Jahr 1999 einen leichten Vorsprung vor den USA und Japan. Auch die **Produktionswerte**, die Nettoproduktion, und die **Umsätze** weisen gerade in jüngerer Zeit steil nach oben. Dies ist umso erstaunlicher, da gleichzeitig die Anteile der **Akademiker,** der **Wissenschaftler** und der **technischen Beschäftigten** an allen Beschäftigten in diesem Teilbereich die niedrigsten in der gesamten Optischen Technologie sind (Tab. 5-3). Ebenfalls am unteren Ende der Skala

---

6 Wegen der niedrigen Zahlen vor allem in den kleineren Ländern ist die Patentspezialisierung in Tab. 5-5 weggelassen worden.

befinden sich die **FuE**-Zahlen in der Produktionstechnik (Tab. 5-2). Zwar ist die Anzahl der **Gründungen** neuer Unternehmen in diesem Bereich nach wie vor konjunkturbedingt hoch, doch ist auch gleichzeitig das Konkursrisiko in der Produktionstechnik das höchste in der Optischen Technologie überhaupt.

Zur Gesamtbetrachtung der Entwicklung lassen sich anhand der teilweise widersprüchlichen Aussagen in diesem Bereich nur Mutmaßungen anstellen. Ein Grund könnte in der großen Nähe dieses Bereichs zum Maschinenbau liegen – einer traditionellen Stärke Deutschlands auf der internationalen Bühne. Bei aufkommenden Schwierigkeiten im Maschinenbau können die deutschen Innovationsleistungen in der Optik von den mittelfristig relevanten Gefahren dort überrollt werden (vgl. auch Kapitel 4).

Während sich die bisher genannten Teilbereiche der Optischen Technologie mit dem Licht (nahezu) in seinem gesamten Spektrum beschäftigen, nutzt der Teilbereich **Beleuchtung und Energie** zu großen Teilen das (für den Menschen) sichtbare Licht. Seit Edison seine erste Birne zum Glühen brachte, hat sich im Bereich der Lichterzeugung viel verändert: luminiszierende Elemente in Leuchtstoffröhren, Energiesparbirnen und die Energiegewinnung mit Photovoltaik mögen die Vielfalt der Anwendungen verdeutlichen. Wir übergehen die Details dennoch, da die meisten Indikatoren signalisieren, dass es sich hierbei um einen gesättigten Markt handelt, der nur sehr verhalten auf Veränderungen reagiert und bei dem die Pfründe mehr oder weniger verteilt sind. Positiv ist dabei, dass der Anteil Deutschlands an diesen Pfründen im internationalen Geschäft recht hoch ist.

Die **optischen Komponenten und Systeme** geben insgesamt betrachtet in sich wiederum ein recht heterogenes Bild ab, so dass auch dieser Teilbereich nur gestreift wird. Die klassische Optik – sie umfasst an dieser Stelle neben Brillen, Linsen, Mikroskopen usw. auch Fotoapparate und entsprechendes Zubehör – wird auf den internationalen Märkten traditionell nach wie vor von Japan dominiert. Die deutsche Leistungsposition stellt sich als schwer einschätzbar heraus. Die moderne Optik beinhaltet in erster Linie „sonstige“ Laser, die nicht direkt in Verbindung mit einer der bisher diskutierten Anwendungen stehen; sie umfasst in Teilen auch Vorprodukte oder Bauteile. Die moderne Optik ist ein kleiner aber schnell wachsender Markt, bei dem die USA mit einem Welthandelsanteil von rund 43 % deutlich vor den Deutschen mit einem Anteil von rund 30 % im Jahr 1999 liegen. Hinsichtlich der Fernsehtechnik (Flachbildschirme, Beamer, Fernsehkameras, Bildbearbeitungsgeräte etc.) scheint Japan seine einsame Führungsposition auf dem Weltmarkt zu verlieren. Nahezu eine Halbierung des **Welthandelsanteils** auf nunmehr knapp 33 % im Jahr 1999 geht einher mit einer Ausweitung der Anteile der USA und insbesondere einzelner Tiger-Staaten, von denen stellvertretend Korea erwähnt sei. Die Entwicklung der **Fernsehtechnik in Deutschland** ist eindeutig. Nahezu alle hier verwendeten Indikatoren – von schon niedrigem Niveau ausgehend – weisen einen negativen Trend auf, der sich insbesondere in einer Halbierung der Welthandelsanteile in den 1990er Jahren manifestiert.

5.4 Fazit und Ausblick

Immer stärker verdichten sich die Vorstellungen eines **technologischen Pfads**, der durch Schlagworte wie „Datenübertragung durch Licht“, „optisch arbeitende Computer“, „Lichtfasern aus Kunststoff“ abgesteckt ist. Der Begriff der **Photonik**, der gezielten Manipulation

und Verarbeitung von Licht zur Informations- und Datenübertragung, ist geprägt worden. Wie die Studie „Technologie am Beginn des 21. Jahrhunderts“[7] prognostiziert hat, wird sich der Übergang zur Photonik als natürliche Fortsetzung der Opto-Elektronik herausbilden. Während in der heutigen Technik die elektrische Signalverarbeitung an Schnittstellen in Lichtsignale übergeht, und am Zielort in elektrische Signale rückverwandelt wird, was mit diversen Verlusten verbunden ist, wird die Photonik der Zukunft ganz auf die Signalverarbeitung durch Licht setzen. Dies hat enorme Vorteile für die schnelle Parallelverarbeitung, denn bei Licht treten keine Probleme mit der Leitungsführung auf: Lichtstrahlen können sich in der Ebene oder im Raum – anders als Strom – ohne Wechselwirkung kreuzen. Wegen der Möglichkeit, massiv parallele und stark vernetzte Systeme zu realisieren, ist die Photonik für alle Arten der Mustererkennung, für Parallelsuchvorgänge und speziell für künstliche neuronale Netze besonders geeignet.

Bei der Optischen Technologie handelt es sich um eine so genannte Schlüsseltechnologie, die für weitere technische Anwendungen und Produkte als Input dient. Obwohl der Wertschöpfungsanteil, der direkt damit in Verbindung zu bringen ist, bei manchen Produktgruppen klein sein mag (die Produktionskosten eines Lasers für einen herkömmlichen CD-Player belaufen sich auf rund 1 bis 2 US-Dollar), ist die Optische Technologie häufig für die Funktionalität von entscheidender Bedeutung. Dabei vollzieht sich ein Wandel von klassischen zu modernen Anwendungen; die Bindung an neueste **wissenschaftliche** Erkenntnisse wird intensiver. Entsprechend der mannigfachen Anwendungsmöglichkeiten sowie der zahlreichen unterschiedlichen technischen Implikationen, die mit der Optischen Technologie verbunden sind, beeinflusst sie heute schon rund 14-15 % der Arbeitsplätze im Verarbeitenden Gewerbe Deutschlands; diese können durch eine stetige Erneuerung der Wissensbasis langfristig gesichert werden. Allerdings gestaltet sich eine einheitliche Betrachtungsweise als unpassend. Einzelne Teilbereiche weisen **Merkmale einer Dienstleistungsbranche** auf bzw. jedenfalls eine große Heterogenität in den Faktoranforderungen, wie beispielsweise eine hohe Akademiker-Quote oder einen hohen Anteil weiblicher und Teilzeit-Beschäftigter. Andere Teilbereiche lassen Strukturen erkennen, wie sie typisch für das Verarbeitende Gewerbe sind.

Es zeigt sich, dass die Etablierung einer starken deutschen Position im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie bereits in der Vergangenheit verpasst wurde, so dass mit Hilfe der Optischen Technologie hier in Zukunft höchstens noch **einzelne Nischen** besetzt werden können. Im Gegensatz hierzu liegen die deutschen Stärken im internationalen Vergleich eindeutig in den traditionellen Anwendungen wie der Mess- und Prüftechnik, der Beleuchtung oder der Linsen- und Brillenfertigung. Bei den modernen und dynamisch wachsenden Anwendungsbereichen in der Bio-Medizin, der Produktionstechnik (deren Geschicke im Sog des Maschinenbaus entschieden werden) und der Fertigung von optischen Komponenten und Systemen haben deutsche Unternehmen eine günstige Ausgangsposition. Die Medizin-, Mess- und Optikbranche zählt zu den **Leitmärkten** Deutschlands (Kapitel 6). Diese gilt es durch weitere FuE-Aktivitäten insbesondere in Konkurrenz zu den USA und Japan zu halten bzw. weiter auszubauen.

---

[7] Eine Studie der Projektträger des BMBF; siehe bei Grupp (1995).

Das **Wissenschaftssystem** ist in der modernen Optik bereits in **Vorleistung** gegangen: Deutsche Forscher konnten ihre Kompetenzen und ihr Wissen hinsichtlich der Optik durch die Ausweitung der Publikationsaktivitäten im Verlauf der 1990er Jahre deutlicher als die Wissenschaftler in den anderen untersuchten Industrieländern erhöhen. Es gilt nun, den Anschluss an das Wirtschaftssystem zu suchen, um die Umsetzung des Wissensvorsprungs in marktfähige Produkte zu sichern. Da die KMU in der Optischen Technologie die Säulen der wirtschaftlichen Aktivitäten sind, muss der beidseitige **Wissenstransfer** wegen der üblichen Schwierigkeiten unterstützt werden, wobei gerade die regionale Verzahnung große Chancen in sich birgt. Besonders geeignet erscheinen dabei die Bereiche IuK, Lebenswissenschaften und Nanofertigung, weil hier **technologische Umbrüche** gute Chancen für **„Neueinsteiger“** bieten: beim Übergang von der Opto-Elektronik zur Photonik werden die **Karten neu gemischt**.

Wenn der Paradigmenwechsel in der Optik von „Linsenschleiferei“ zu Photonik sich bewahrheitet, ist die Frage zu stellen, wie das nationale deutsche Innovationssystem mit seiner vorfindbaren Wirtschaftsstruktur darauf zu reagieren gedenkt. Von der Industrieorganisation her wird die Optik immer noch als Schwester der Feinmechanik gesehen – Linsenschleiferei eben. Kohärente Aus- und Weiterbildungsgänge, Berufbezeichnungen, Brancheneinteilungen, Warenabgrenzungen und vieles andere mehr sind gefragt, die dem neuen Paradigma entsprechen. Die Zeichen der Zeit beamen Laser-Shows in den Himmel: Nun gilt es mit entschlossenen **Strukturanpassungen** einen Entwicklungspfad zu bereiten. Gerade die großen Volkswirtschaften USA und Japan – und in Teilen auch Frankreich und Großbritannien – haben bereits damit begonnen, ihre Unternehmen „fit zu machen“ für die zukünftigen technologischen Herausforderungen im Bereich der Optik. Deutschland konnte hier bisher mithalten. Vieles deutet jedoch darauf hin, dass diese Anstrengungen noch verstärkt werden müssen, wenn man den Anschluss nicht verlieren will. Auch für global agierende Konzerne ist die FuE-Infrastruktur eines Landes ein wichtiger Entscheidungsfaktor für Investitionen – so dass mit einer effizienten Einbindung in FuE-Netzwerke Arbeitsplätze gesichert bzw. geschaffen werden.

6 Lead Markets in Deutschland

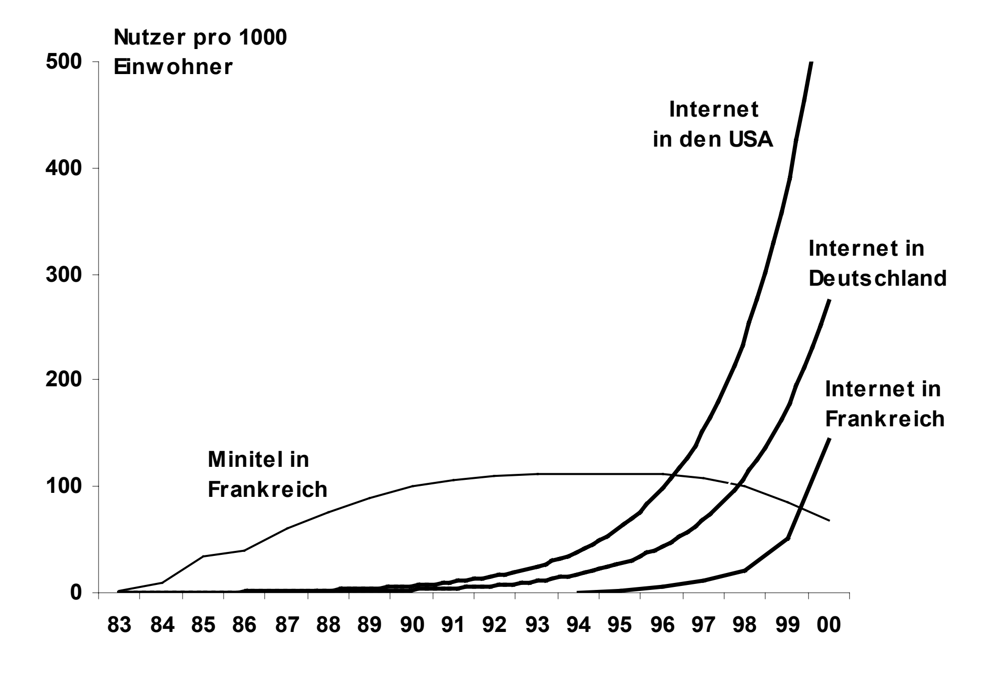
Historische Analysen von international erfolgreichen Innovationen wie z. B. Halbleitern, Computern, Telekommunikationsgeräten oder Robotern haben immer wieder demonstriert, dass die wissenschaftlichen Ergebnisse lange bekannt waren, bevor eine Technologie weite Verbreitung fand. Der Zugriff zu wissenschaftlichen Ergebnissen nutzt Unternehmen jedoch wenig, wenn die neu eingeführten Produkte vom Markt nicht angenommen werden. Erst mit dem Marktdurchbruch gelingt es – wegen der Marktnähe vor allem lokalen – Unternehmen, einen **Wissensvorsprung** vor ausländischen Konkurrenten in Form von Produktions- und Anwendungserfahrung zu erlangen. So wurde der Roboter, der Videorecorder, das Faxgerät oder die zellulare Mobilkommunikation nicht in denjenigen Ländern zuerst zu einem Markterfolg, die in der Technikentwicklung führten. Diese Beispiele zeigen, dass zwischen technischer Pionierstrategie und internationaler Wettbewerbsfähigkeit kein einfacher, positiver Zusammenhang besteht. In diesem Kapitel wird die **nationale Nachfrage** als systematischen Bestimmungsfaktor der **internationalen Wettbewerbsfähigkeit** von Ländern wieder aufgegriffen.

6.1 Was sind führende Märkte?

Der typische Verlauf der internationalen Diffusion von weltweit erfolgreichen Innovationen beginnt in der Regel damit, dass zwei (oder mehr) Länder unterschiedliche technologische Konzeptionen der gleichen Funktionalität hervorbringen. Nach einer Weile setzt sich das Innovationsdesign, das von einem Land (Lead Market) präferiert wird, international durch und wird auch von einem anderen Land (Lag Market) adoptiert. Dieser Zeitverzug zwischen den Ländern ist in der Vergangenheit mit einer unterschiedlichen Innovativität der Nachfrage in den Ländern interpretiert worden. Die Konsumenten oder Nutzer einiger Länder sollen demgemäß „innovationsfreudiger“ (Albach et al. 1989) oder „technikbegeisterter“ sein, während sie in anderen Ländern zurückhaltender oder gar „technikfeindlich“ sind. Diese Interpretation ist indes nicht haltbar:

- Denn es sind immer andere Länder, die bei bestimmten Innovationen führen oder hinterher hinken. Ein **Land ist nicht generell spät oder führend** in der Anwendung von Innovationen. Wie die Beispiele weiter unten auch zeigen werden, ist die Führungsrolle eines Landes sogar produktspezifisch. Zwar kann die Existenz einer generellen Innovativität der Nachfrage in Ländern nicht ausgeschlossen werden, als Erklärung für das produktspezifische Verzugsmuster der globalen Diffusion von Produkten ist sie indes nicht ausreichend.
- Zweitens ist häufig zu beobachten, dass Länder, die bei der Adoption eines weltweit erfolgreichen Innovationsdesigns hinterher hinken, deshalb im Rückstand sind, weil sie vorher ein **alternatives Innovationsdesign**, das mehr oder weniger dieselbe Funktion erfüllt, adoptiert hatten. Der Wechsel zum weltweit sich durchsetzenden Design wird dann verzögert, wenn er mit Kosten, so genannten switching costs (z. B. Umlernkosten) verbunden ist. So war z. B. der Online-Service Minitel in Frankreich (in Deutschland: BTX) ein großer Erfolg, bevor das Internet seinen weltweiten Siegeszug ansetzte und letztlich Minitel aus Frankreich verdrängte (Abb. 6-1).

Abb. 6-1: Diffusion von Minitel im Vergleich zum Internet



Quelle: Schätzungen des ZEW auf Basis von Angaben der ITU (Minitel: Anzahl Terminals ohne Internetzugang).

Die **Wettbewerbsposition** von Ländern hängt also nicht nur von der Aufnahmebereitschaft der lokalen Nachfrage für Innovationen generell, sondern entscheidend von der frühen **Adoption weltmarktfähiger Innovationen** ab, die sich auch international durchsetzen können. Das Modell des **Lead-Markts** rückt deshalb die Marktbedingungen eines Landes als wichtigen Grund für den weltweiten Markterfolg einer Innovation ins Blickfeld.

Definition: Lead Market[1]

Lead-Märkte sind regionale Märkte (in der Regel Länder), die ein bestimmtes Innovationsdesign früher als andere Länder nutzen und über spezifische Eigenschaften (Lead-Markt-Faktoren) verfügen, die die Wahrscheinlichkeit erhöhen, dass in anderen Ländern das gleiche Innovationsdesign ebenfalls breit adoptiert wird.

Für die Diskussion des Lead-Markt-Potenzials Deutschland und für die Ableitung von technologiepolitischen Schlussfolgerungen ist die Kenntnis, in welchen Technologiefeldern bzw. Produktgruppen Deutschland bisher schon ein führender Markt ist, von großer Bedeutung. Denn aus erfolgreichen **Lead-Markt-Beispielen** lässt sich lernen, in welcher Weise und über welche Internationalisierungsmechanismen die heimische Nachfrage zur internationalen Durchsetzungsfähigkeit von Innovationen beiträgt. Zweitens spiegeln Lead-Markt-Eigenschaften häufig strukturelle Merkmale des Nachfrageverhaltens wider, die in der Regel über einen großen Zeitraum und über mehrere Technologielebenszyklen hinweg stabil bleiben. Drittens wirken Leitmärkte entlang der **Wertschöpfungskette**. So strahlt etwa der international führende Automobilmarkt in Deutschland auf viele Automobilzulieferindustrien aus bis hin zur Autoelektronik und zu Mikroelektronikanwendungen im Automobilbereich, obwohl

[1] Der Begriff des Lead-Markts wird in der Literatur unterschiedlich verwendet, z. T. nachfrageseitig, z. T. technologieseitig. Der hier verwendete Begriff „Lead Market“ geht auf die Arbeiten am MIT von Bartlett und Ghoshal (1990) zurück. Auch Porter (1986) und Johannsson und Roehl (1995) beschreiben die nachfrageseitige Funktion von „leading markets“. Gerybadze, Meyer-Krahmer und Reger (1997) beobachten Lead-Märkte als Standorte von FuE-Aktivitäten multinationaler Unternehmen. In diesem Bericht werden synonym die Begriffe „Leitmarkt“ oder „führender Markt“ gebraucht.

Deutschland in den meisten anderen Bereichen der Mikroelektronik eher zu den Nachzügler-Märkten zu zählen ist (vgl. Reger et al. 1999).

Die Lead-Markt-Eigenschaft eines Landes wird auf unterschiedlichem Weg untersucht:

- Der **produktbasierte** Ansatz beobachtet für konkrete Innovationen die Verbreitung verschiedener Innovationsdesigns über die Zeit in unterschiedlichen Ländern (Beise 2001).
- Der **unternehmensbezogene** Ansatz erlaubt es, das Vorhandensein einer Lead-Nachfrage am Heimmarkt für die gesamte Palette an Wirtschaftszweigen einer Volkswirtschaft zu untersuchen.

Für die erfolgreiche nationale und internationale Marktdurchsetzung spielen insbesondere die Marktstrukturen, kulturelle Aspekte, natürliche Bedingungen, Präferenzen, Skalen-, Rückkopplungs- und Netzwerkeffekte eine bedeutende Rolle (Beise 2001, Beise et al., 2002). Im Folgenden illustrieren drei historische Beispiele international erfolgreicher Produkte das Konzept des Lead-Markts: Das Fax-Gerät, die zellulare Mobilkommunikation und das Antiblockiersystem. Danach wird eine unternehmensbezogene Analyse für Deutschland vorgestellt.

6.2 Ausgewählte Produktgruppen

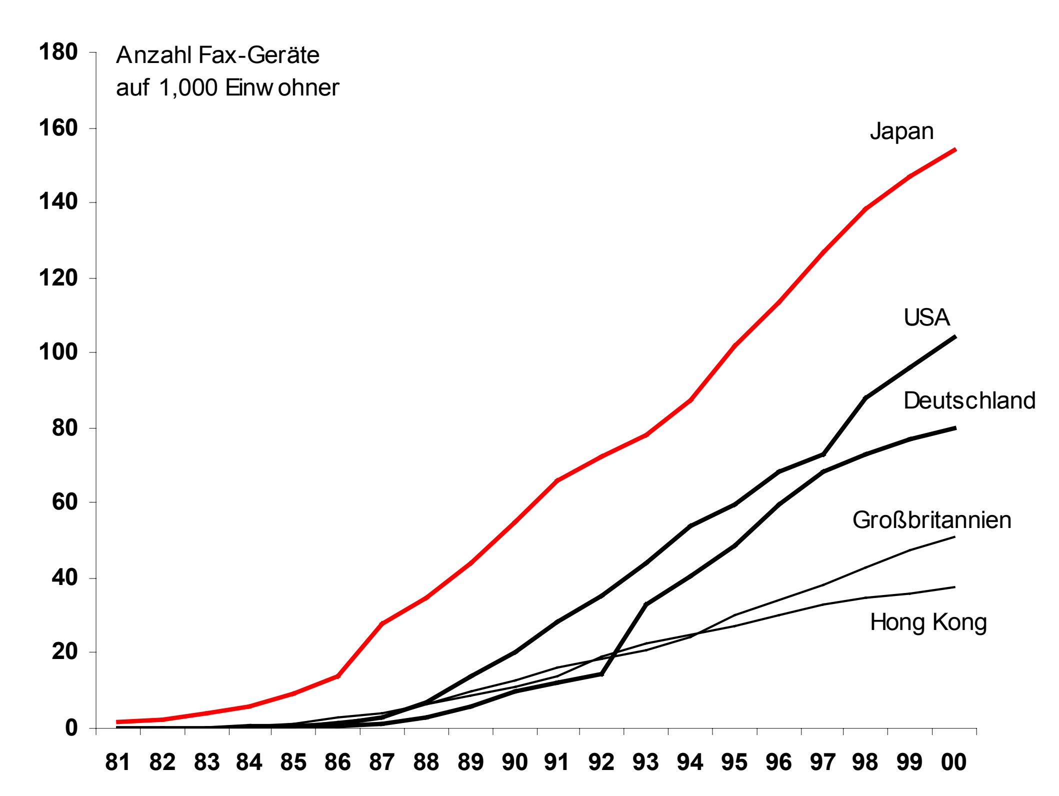
Fax-Geräte

In der Geschichte des Fax-Geräts ist das Lead-Markt-Muster der internationalen Diffusion deutlich zu erkennen (Abb. 6-2). Das Fax-Gerät wurde als Prinzip der Bildübertragung schon Mitte des 19. Jahrhunderts erfunden und 1921 von den Bell Laboratories technisch zum ersten Mal umgesetzt. Seitdem wurde die Einführung am Markt immer wieder versucht, allerdings ohne Erfolg; das Fax-Gerät wurde in den USA und Europa am Markt nicht angenommen (Coopersmith 1993). Im Laufe der Zeit wurde zwar die Technik verbessert, allerdings ohne die grundsätzlichen Mängel zu beheben. Siemens dachte schon in den 1970er Jahren über die Markteinführung der mittlerweile auch dort weiterentwickelten Faxtechnologie nach, aber die Marketingstrategen blieben hinsichtlich einer erfolgreichen Produkteinführung in Europa und den USA skeptisch. Die Prototypen der Faxgeräte waren unhandliche Geräte, die Texte und Bilder nur mit schlechter Auflösung, auf einem Papier minderer Qualität und unter Verbreitung eines unangenehmen Geruches übertragen konnten.

Die **Telex-Technologie** dagegen schien im Vergleich hierzu deutlich überlegen zu sein. Sie erfreute sich einer weiten Verbreitung und galt als technologisch ausgereift. Die führenden europäischen und amerikanischen Hersteller von Telekommunikation zogen lediglich den Heimatmarkt als Indikator für den Erfolg einer weltweiten Einführung von Produkten in Betracht. So veranlasste die geringe deutsche Nachfrage nach Fax-Geräten Siemens dazu, die Technologie auf Eis zu legen und sich ausschließlich auf die Weiterentwicklung der Telextechnologie zu konzentrieren. Im Gegensatz hierzu investierten japanische Firmen in die Faxtechnologie. Der japanische Markt bevorzugt wegen des bildhaften Charakters der Schrift das Fax gegenüber dem Telex. In den 1980er Jahren war der Durchbruch am Markt geschafft. Durch Kostenreduzierung in der Produktion und unterstützt von staatlicher Regulierung (Unterschriften per Fax wurden als rechtskräftig erklärt) entstand ein dynamischer

Massenmarkt. Das Potenzial, Kosten durch die Massenfertigung zu reduzieren, war so groß, dass der Preis von Fax-Geräten zwischen 1980 und 1992 auf 1/30 sank.[2]

Abb. 6-2: Internationale Diffusion des Faxgerätes



Quelle: ITU, Berechnungen des ZEW.

Da das Telex-Gerät nicht den gleichen Erfolg in Europa und den USA hatte wie das Fax-Gerät in Japan und dort keinen Massenmarkt erschloss, wurde Fax relativ zu Telex sehr viel billiger. Dieser Preisvorteil und die technischen Verbesserungen führten tatsächlich zu einer weltweiten Verbreitung von Fax-Geräten. Die Telextechnologie wurde fast vollständig vom Markt verdrängt. Bereits Ende der 1980er Jahre überstieg in Deutschland die Anzahl der Fax-Geräte die der Telexgeräte, die anschließend rapide sank.

Durch den Anwendungsvorsprung des Heimatlandes dominierten japanische Firmen schnell den Weltmarkt für Faxgeräte mit über 90 % Marktanteil (Yoffie 1997). Hersteller von Geräten der Telekommunikation wie NEC, Ricoh und Sharp, wuchsen so zu weltweit bedeutenden Unternehmen.

Mobilkommunikation

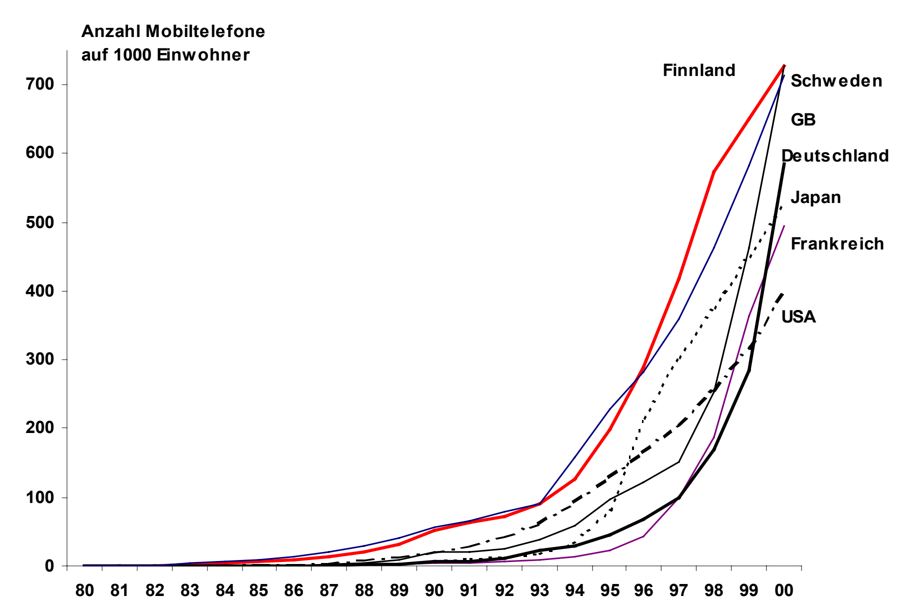
Das technische Konzept der zellularen Mobilkommunikation, d. h. der Radioverbindung eines mobilen Telefons über eine Antenne mit dem Festnetz innerhalb von geographischen Zellen, die während eines Gespäches verlassen und betreten werden können, wurde in den 1940er Jahren bei den Bell Labs in den USA entwickelt. Es waren allerdings noch

---

[2] Scherer (1992, S. 101); Coopersmith (1993, S. 48); Economides, Himmelberg (1995).

technische Durchbrüche nötig, um dieses Konzept schließlich auch praktisch umzusetzen. Ende der 1970er Jahre ging der erste zellulare Mobilfunkdienst in Japan ans Netz. In den meisten Industrieländern wie Deutschland, Frankreich oder den USA wurden die ersten Netze Mitte der 1980er Jahre installiert, damals allerdings auch nur mit geringen Teilnehmerzahlen. Dagegen begann in den Nordischen Ländern eine breite Adoption Anfang der 1980er Jahre. Hier wurde der Massenmarkt entdeckt, der sich in den 1990er Jahren mit der Einführung des digitalen Mobilfunks schließlich weltweit etablierte und eine große neue Industrie schuf (Abb. 6-3). Die Nordischen Länder halten seit Einführung des zellularen Mobiltelefons eine Führungsrolle bei der Marktdurchdringung. Durch die Europäische Einigung auf ein Paneuropäisches digitales Mobilfunksystem Mitte der 1980er Jahre, bei der die Nordischen Länder Marktwissen und vor allem Deutschland und Frankreich technisches Know-how in der Digitaltechnik einbrachten, wurde ein technisch anspruchsvolles, ökonomisch sinnvolles und auf die Bedürfnisse eines Massenmarktes ausgerichtetes Mobilfunksystem geschaffen, das den Weltmarkt eroberte und sich als **weltweiter Standard** durchsetzen konnte. Allerdings konnten sich durch den Heimmarktvorteil Unternehmen aus Finnland, Schweden und Dänemark auch als weltweit führende Anbieter von Mobilfunktechnik und Mobiltelefonen etablieren, obwohl sie noch in den 1980er Jahren darauf nicht spezialisiert waren, sondern technisches Know-how z. T. aus dem Ausland einkauften.

Abb. 6-3: Diffusion der zellularen Mobiltelefonie in ausgewählten Ländern



Quelle: ITU, Berechungen des ZEW.

Über den Markterfolg des zellularen Mobilfunks in den Nordischen Ländern ist viel spekuliert worden: So sprach man von der Technikbegeisterung der Finnen bis zu Mobiltelefonen in Blockhütten und gar vom Erfolgsbeispiel eines industriepolitischen Dirigismus. Tatsächlich wurden in den Nordischen Ländern wie in keiner anderen Region die Voraussetzungen für die Entdeckung eines Massenmarktes gelegt. So gab es von Anfang an einen Wettbewerb zwischen Telefondienstanbietern. Die Preise für Mobilfunk waren entsprechend niedrig und zogen eine große Gruppe von Teilnehmern an. Da in den anderen Ländern der Telefonmarkt Stück für Stück liberalisiert wurde, gaben auch dort die Preise stark nach und machten den Mobilfunk für alle erschwinglich.

Zudem waren die Nordischen Hersteller mit ihren jeweils kleinen Heimmärkten auf den Weltmarkt orientiert, was von den nationalen Telekomdiensten sogar gefordert wurde, um die Preise für die Infrastrukturtechnik niedrig zu halten. Die zellulare Mobilkommunikation hat sich letztlich an alle Besiedlungsdichten anpassen können, große Skaleneffekte produziert und damit die Kosten und das Risiko der Adoption in anderen, vor allem auch Entwicklungsländern, gesenkt. Das Beispiel des Mobilfunks enthält Lehren für die Europäische Technologiepolitik. Denn für die europäischen Länder wie Deutschland und Frankreich, in denen der Mobilfunkmarkt eher schleppend erschlossen wurde, war die Marktdynamik in den Nordischen Ländern letztlich ein Glücksfall. Dadurch konnte das hohe technische Know-how, das dort auch mit staatlicher Unterstützung aufgebaut wurde, in Europa eingesetzt und ausgebaut werden, anstatt – wie im Fall des Fax-Geräts – nach Japan abzufließen. Eine technische Führungsrolle kann schnell verloren gehen, wenn die Unternehmen keine Fühlung zu den führenden Märkten haben. Die Einigung Europas ist eine Chance für die technologische Leistungsfähigkeit Europäischer Unternehmen, wenn die anwendungsorientierte Forschung auf die führenden Märkte in Europa ausgerichtet wird und nicht den Landesproporz im Auge hat.

PkW-Blockierverhinderer

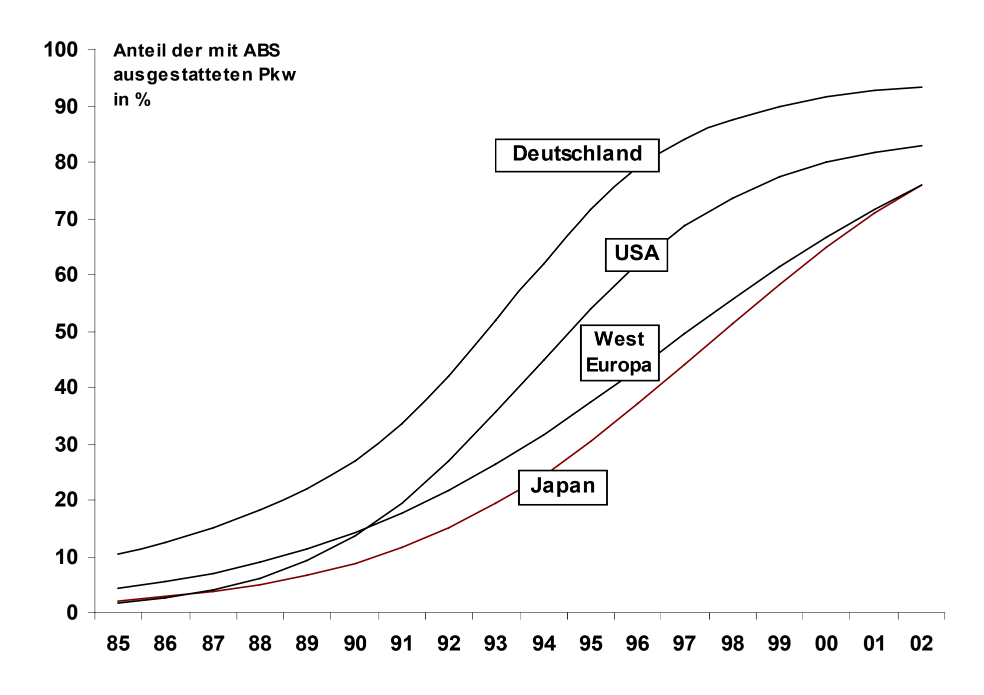
Seit Beginn der Nutzung des Automobils arbeiten Entwickler in den meisten Ländern an entsprechenden Blockierverhinderern.[3] In den 1930er Jahren wurden die ersten Blockierregler bei Flugzeugen, Schienenfahrzeugen und Personenkraftwagen eingesetzt. Nach dem Zweiten Weltkrieg wurden von US-amerikanischen und britischen Unternehmen Blockierverhinderer vor allem für Flugzeuge und Rennwagen entwickelt. Einen technischen Vorsprung der deutschen Unternehmen, die in den 1960er Jahren das Antiblockiersystem (ABS) serienreif gemacht haben und das sich im Laufe der Zeit zum Standard bei elektrischen Blockierverhinderern in Straßenfahrzeugen durchsetzte, gab es also nicht. Im Gegenteil: Die ersten Entwicklungsschritte der deutschen Unternehmen wie Daimler-Benz und Teldix – eine Tochter der US-amerikanischen Firma Bendix, die seit den 1940er Jahren Blockierverhinderer für Flugzeuge entwickelte – bestanden darin, „die vorhandenen [ausländischen] Blockierverhinderersysteme zu testen“ (Bingmann 1993). Auf Grund unzureichender Zuverlässigkeit dauerte es bis Ende der 1970er Jahre, dass ein – nun elektronisches – System als Sonderausstattung für Luxusklassefahrzeuge am Markt eingeführt wurde. Abb. 6-4 zeigt den geschätzten Verlauf der Diffusion von ABS in Personenkraftwagen in Deutschland, Westeuropa, den USA und Japan.

Der Diffusionsverlauf in Deutschland ist vom Marketing und den Preisentscheidungen der Pionier-Unternehmen (Daimler-Benz, BMW) sowie einem hohem Wettbewerb geprägt. Zunächst wurde der **Aufpreis unter den Selbstkosten** gehalten, um ABS am Markt zu etablieren. Durch die Nutzung von Größenvorteilen mit dem Aufbau automatisierter Produktionsanlagen bei den Zulieferern Bosch und Teves konnten die Preise noch weiter gesenkt werden. In der Zwischenzeit hatten auch andere Firmen Blockierverhinderer entwickelt, was den Wettbewerb anheizte. Bosch war also kein Monopolist auf dem Markt, denn dadurch, dass das ABS nicht patentiert werden konnte, breitet sich das Know-how der Technik schnell aus.

---

[3] Für eine detaillierte Darstellung der Geschichte der Antiblockierbremse siehe Bingmann (1993).

Abb. 6-4: Internationale Diffusion der Antiblockierbremse



Quelle: ZEW (Geschätzter Verlauf auf Grundlage von Daten von Bosch, DAT und Opel. Als Sättigungsgrad wurde 95 % für Deutschland, Japan und Westeuropa und 85 % für die USA berechnet).

In den USA entwickelte sich der Markt für ABS mit einer Verzögerung von rund zwei Jahren. Denn in den USA war der Nutzen eines Blockverhinderers auf Grund der generellen Begrenzung der Geschwindigkeit und des trockneren Klimas zunächst geringer als in Europa, so dass die Marktdurchdringung erst dann gelang, als die Kostenvorteile der Massenfertigung niedrigere Preise für ABS ermöglichten. Zudem leidet der US-amerikanische Markt für Automobile generell unter der strengen Produzentenhaftung. Die US-Automobilhersteller sind bei der Einführung von Sicherheitsinnovationen zurückhaltend, weil jede zusätzliche Elektronik im Fahrzeug in der Regel durch Fehlfunktionen oder -bedienung zu extrem wenigen zusätzlichen Unfällen führt.[4] Die US-Automobilhersteller warten daher in der Regel Erfahrungen in Europa ab, bevor sie selbst Innovationen in ihren Fahrzeuge anbieten. Die schleppende Diffusion in Japan wird mit zu hohen Aufpreisen für das ABS im Verhältnis zum Grundpreis des Fahrzeugs erklärt (Bingmann 1993).

6.3 Identifizierung von Lead-Markt-Eigenschaften mit Unternehmensdaten

Im Folgenden wird die aktuelle **Lead-Markt-Position** eines Landes anhand des internationalen Innovationserfolgs von Unternehmen ermittelt. Viele Untersuchungen auf Unternehmensebene stützen die Annahme, dass **Kundennähe** der Unternehmen für den Innovationserfolg wichtig ist. Unter den Quellen für Innovationen werden in Unternehmensbefragungen[5] durchgängig die Kunden als wichtigste Innovationsimpulsgeber genannt, und zwar

---

4 So verlängert ABS den Bremsweg auf trockenem Grund. Ein weiteres Beispiel ist der Airbag, bei dem befürchtet wurde, dass Fehlzündungen zu Verletzungen des Fahrers führen. Schon wenige Unfälle können durch extrem hohe Schadensersatzzahlungen zu Verlusten bei der Einführung einer Innovation führen.

5 Siehe den letztjährigen Bericht (S. 49).

in allen Unternehmensgrößenklassen und fast in allen Branchen. Allerdings war bisher theoretisch nicht klar, warum eine intensive Interaktion zwischen Lieferanten und Kunden zu einem hohen **Exporterfolg** führen sollte. Eine solche Erklärung liefert die Differenzierung zwischen den Kunden und den Marktbedingungen eines Landes, die das Lead-Markt-Konzept vornimmt. Es gibt nämlich einerseits Kunden (bzw. Marktbedingungen), die zu weltmarktfähigen Innovationen verhelfen und andererseits Kunden, die national so idiosynkratische Lösungen abfordern, dass sie außerhalb des Landes nicht erfolgreich vermarktet werden können. Kundeninteraktion allein ist kein Exportfaktor, sondern die **Interaktion mit den „richtigen“ Kunden**, das heißt, mit den Kunden, die zu technischen Lösungen führen, die auch am Weltmarkt ankommen, und nicht nur die individuellen (oder nationalen) Bedürfnisse abbilden. Befinden sich viele dieser exportwirksamen Kunden in einem Land, so konstituiert sich das Land zu einem führenden Markt. Nachfolgend soll allerdings vereinfachend auf den Hauptfaktor für Lead-Märkte, den **exportwirksamen Kunden**, abgestellt werden, obwohl auch Marktbedingungen (Größe, Wettbewerbsintensität, usw.) konstitutiv für einen Lead-Markt sein können.

Die Operationalisierung der Kundeninteraktion und die Unterscheidung zwischen exportwirksamer und nicht exportwirksamer Kundeninteraktion kann mit Hilfe der Daten der Innovationserhebung (Mannheimer Innovationspanel – MIP) vorgenommen werden.[6] Die Einordnung der Branchen erfolgt mit Hilfe dieser Unternehmensdaten über einen zweidimensionalen Typisierungsansatz.[7] Dieser Ansatz beruht im Wesentlichen auf der Ermittlung

- des **Exporterfolgs** für Produktinnovationen und
- der **Bedeutung** der inländischen **Nachfrage als Innovationsquelle**.

Beide Dimensionen spannen in diesem Modell eine **Lead-Markt-Matrix** auf, die sich in vier Felder aufteilen lässt (Abb. 6-5). Jedes Unternehmen kann hierbei einem Feld zugeordnet werden:

- Wird gleichzeitig ein hoher Exportumsatz erzielt, obwohl deutsche Kunden die Innovationsimpulse gegeben haben, deutet dies auf ein von der heimischen Nachfrage präferiertes technisches Konzept hin, das auch international durchsetzungsfähig ist. Unternehmen, auf die dies zutrifft, sind Innovatoren, die eine **Lead-Nachfrage** in Deutschland nutzen.
- Demgegenüber liegt ein Indiz für einen **idiosynkratischen Markt**[8] vor, wenn Unternehmen zwar Innovationen hervorbringen, die auf Kundenwünsche aus Deutschland zurückgehen, aber nur eine niedrige Exportquote erzielen. In diesem Fall präferieren deutsche Kunden offenbar Produktlösungen, die international nicht gängig sind. Diese Art der Nachfrage entsteht durch idiosynkratische Bedingungen, z. B. durch nationale Gesetzgebung, durch das Beharren auf abweichenden nationalen Standards oder durch große

---

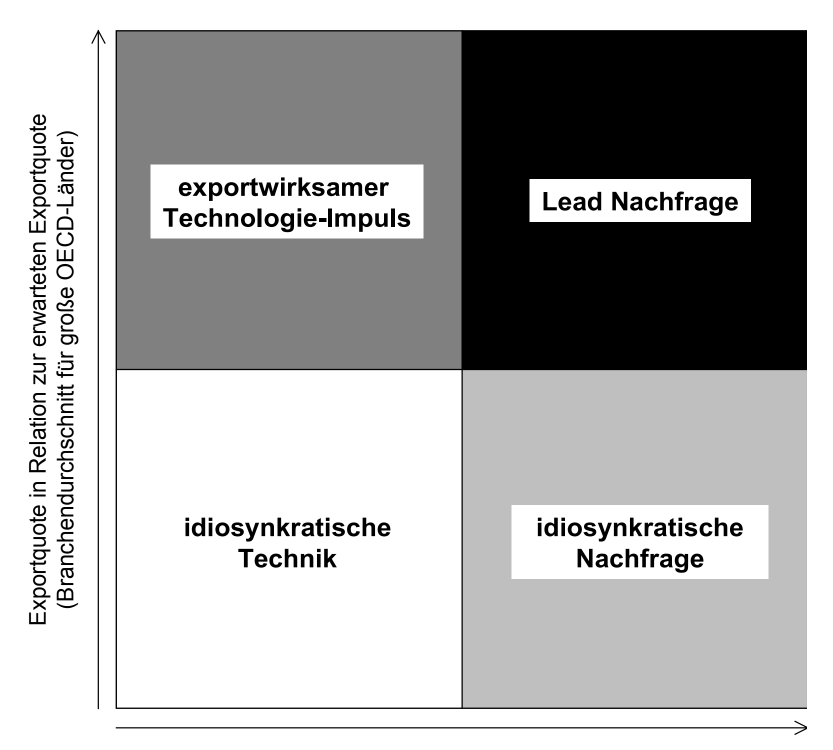
6 In der Erhebung des ZEW des Jahres 1999 wurden die Unternehmen gefragt, ob die von ihnen in den vorangegangenen drei Jahren eingeführten Innovationen auf Kundenwünschen bzw. Marktanforderungen beruhen und wie hoch der Umsatzanteil dieser nachfragegetriebenen Innovationen war. Der Export der Innovationen ins Ausland kann anhand der Exportquote der Unternehmen im Jahr 1998 erfasst werden.

7 Eine detaillierte Beschreibung der Operationalisierung wird in Beise et al. (2002) gegeben.

8 Der ursprünglich aus der Individualpsychologie stammende Begriff der Idiosynkrasie wird im zeitgenössischen kulturwissenschaftlichen Sprachgebrauch auch auf größere Kollektive angewendet (Mansbrügge 2001).

Kunden (z. B. früher Staatsmonopolisten wie die Deutsche Bundespost,[9] Deutsche Bundesbahn).

Abb. 6-5: Lead-Markt-Matrix



- Exportfähige Innovationen können aber auch auf nicht-marktseitigen Quellen basieren. Innovierende Unternehmen, die zwar eine hohe Exportorientierung aufweisen, für die jedoch die deutsche Nachfrage keine maßgebliche Innovationsquelle ist, umfassen zwei unterschiedliche Typen von Innovatoren. Erstens kann der Impuls für Innovationen wesentlich aus der **eigenen FuE** oder aus **extern** bezogenem technologischen **Wissen** (z. B. von Lieferanten oder aus der Wissenschaft) herrühren. Zweitens können neue Produkte aber auch auf der **Imitation von Innovationen** der Konkurrenz basieren, oder die **Innovationsimpulse** kommen von **Nachfragern** aus dem Ausland. Dies wäre ein Hinweis auf einen erfolgreichen **Lag-Markt** Deutschland: Deutsche Unternehmen sind zwar nicht führend in der Hervorbringung international durchsetzungsfähiger Produktinnovationen, verstehen es aber, von außen kommende neue Entwicklungen rasch aufzugreifen und in Exporterfolge umzusetzen. Beide Effekte wollen wir vereinfachend als **„exportwirksame Technik-Impulse“** kennzeichnen.
- Ist schließlich der Exporterfolg von Produktinnovatoren niedrig und spielt die deutsche Nachfrage als Innovationsquelle keine bedeutende Rolle, liegt eine Fokussierung auf heimmarktspezifische Technik vor. In diesem Fall konzentrieren sich Innovatoren auf Produktinnovationen auf der Grundlage eigener FuE oder durch Nutzung externer Wissensquellen, die nicht exportierbare Lösungen darstellen. Hier kann – wiederum zugespitzt - von **idiosynkratischer Technik** gesprochen werden, denn das Vorliegen einer

---

[9] Zum Zusammenhang von idiosynkratischen Märkten für Telekommunikationsgüter mit der Exportfähigkeit in der Ära der Staatsmonopole siehe Grupp/Schnöring (1990, 1991).

weltweiten neuen Technologie, die zunächst am Heimatmarkt Deutschland erprobt und später exportiert wird, dürfte die seltene Ausnahme darstellen.

Führende Märkte auf Branchenebene

Von besonderem Interesse sind nun **Branchenunterschiede.** Denn sie zeigen an, in welchen Branchen der deutsche Markt in besonders hohem Maße Innovationsdesigns präferiert, die international durchsetzungsfähig sind (Abb. 6-6). Im Produktionssektor zählen zu den Branchen mit einem hohen Anteil an Lead-Markt-Innovatoren die Medizin-, Mess-, Steuer-, Regelungstechnik und Optik (MMSRO), der Fahrzeug- und der Maschinenbau und die chemische Industrie (ohne Pharma) (Abb. 6-6). Dieses Ergebnis steht im Einklang mit einer starken, positiven Spezialisierung und mit komparativen Vorteilen im Außenhandel dieser durchweg forschungsintensiven Sektoren Deutschlands. Zu vermuten ist, dass auch in anderen Ländern die führenden Märkte ein Spiegelbild der Außenhandelsposition abgeben.

Abb. 6-6: Verteilung der Unternehmen auf die Kategorien der Lead-Markt-Matrix pro Branche

- Produktinnovatoren je Kategorie in % aller Produktinnovatoren -

MMSRO: Medizin-, Mess-, Steuer-, Regelungstechnik, Optik; NRT: Nachrichtentechnik; MSS: Musikinstrumente, Spiel- und Sportwaren

Quelle: ZEW/FhG-ISI - Mannheimer Innovationspanel, Erhebung 1999. - Berechnungen des ZEW.

Auf den ersten Blick überraschend ist der hohe Anteil an Lead-Markt-Unternehmen im **Textil-** und Bekleidungs**gewerbe**. Diese Branche zählt nicht zum Technologiesektor des Verarbeitenden Gewerbes, sondern wird traditionell als wenig forschungsintensiver Sektor beschrieben, in dem ein starker Preiswettbewerb bei arbeitsintensiver Produktion mit geringen Qualifikationsanforderungen vorherrscht. Hier hat offenbar der Strukturwandel und die seit Anfang der 1970er Jahre stark zugenommene Internationalisierung der Produktion zu einem Selektionsprozess geführt. Am Standort Deutschland sind vor allem jene Unternehmen

verblieben, die über eine Innovationsstrategie dem Preisdruck zu entgehen versuchen und in Nischenbereichen den Weltmarkt beliefern. Die Exporterfolge scheinen dabei zu einem guten Teil auf eine Lead-Nachfrage in Deutschland zurück zu gehen. Sie beruhen vorrangig auf der Nachfrage z. B. des deutschen Automobilbaus im Bereich **technischer Textilien**.

Auffällig ist das weitgehende Fehlen von Leitmarkt-Impulsen im forschungsgetriebenen deutschen **Pharma-Sektor**. Allerdings hat die Untersuchung von Reger et al. (1999) bereits gezeigt, dass in der klinischen Forschung die Interaktion mit den Kunden, vor allem mit Krankenhäusern und (weitgehend nationalen) Zulassungsbehörden, einen Lead-Markt konstituieren kann, dass dies in Deutschland aber nicht geschieht.

Wer sind die Lead-Nachfrager in Deutschland?

Zur Beurteilung der Wirkung der Lead-Markt-Eigenschaft Deutschlands innerhalb von Wertschöpfungsketten ist es nötig, die sektorale Herkunft der Kunden zu kennen: Von welchen Kundengruppen gehen **Lead-Innovations-Impulse** aus? Auf der anderen Seite ist es für eine Analyse der **Exportschwächen** Deutschlands wichtig zu identifizieren, welche Kundengruppen Innovationsdesigns präferieren, die sich nicht oder nur schwer exportieren lassen. In der Innovationsbefragung wurden die Unternehmen im Anschluss an die Frage nach der Bedeutung von Kundenwünschen als Innovationsquelle auch nach den **Branchen** gefragt, aus denen die **wichtigsten Kundenimpulse** kamen. Diese Textangaben wurden anschließend für Lead-Markt-Unternehmen bzw. für Unternehmen mit idiosynkratischer Nachfrage einer Branche (WZ'93 3-Steller) zugeordnet.

Rund 14 % aller **Unternehmen mit Leitmarkt-Charakteristik** geben Kunden aus dem **Maschinenbau** und rund 12 % Kunden aus dem **Automobilbau** als wichtigste Innovationsquellen an. Die **Bedeutung** des Maschinen- und Automobilbaus in Deutschland geht damit weit über den direkten Export von Maschinen und Fahrzeugen selbst hinaus. Sie sind die wichtigsten Herkunftsbranchen für exportwirksame Innovationsanstöße, d. h. sie verhelfen einem großen Anteil von Zulieferern zum Export. Allerdings geben auch zwischen 11 und 12 % der Unternehmen, die wenig exportieren (von **idiosynkratischer Nachfrage angetriebene Unternehmen**), Kunden aus dem **Maschinen- und Automobilbau** als wichtigste Innovationsquelle an. Der **Handel**, der oftmals als Informationsdrehscheibe zwischen Konsumentenanforderungen und den Anbietern von Sachgütern und Dienstleistungen auftritt, und die **privaten Haushalte** sind zwar einflussreich als Innovationsimpulsgeber, von ihnen gehen aber weniger exportwirksame **Impulse** aus. Auch der **Staat** als Nachfrager wird häufig von wenig exportstarken Unternehmen als Impulsgeber genannt.

Die **Nahrungsmittelindustrie** und die Landwirtschaft in Deutschland fragen Produktneuheiten nach, deren Exportpotenzial gering ist. Dies kann einerseits in der hohen nationalen Regulierungsdichte im Lebensmittelsektor liegen, die den internationalen Handel einschränkt, da länderspezifische Produktdesigns gefordert werden. Andererseits ist aber davon auszugehen, dass die deutsche Nahrungsmittelindustrie den internationalen Geschmack wenig trifft und Produktneuerungen fordert, die in anderen Ländern nicht nachgefragt werden.

Interessant ist, dass auch die Branche **Entsorgung/Recycling** Innovationen nachfragt, die die Nachfrage in anderen Ländern nicht aufgreift. Dahinter könnte der stark von staatlicher

Regulierung geprägte Weg der Abfallentsorgung und -verwertung stehen (Grüner Punkt), aber auch ein Nachhinken von ausländischen Märkten im Bereich einer stärker auf Wiederverwertung von Altstoffen ausgerichteten Abfallentsorgung. Wie auch immer, derzeit geht jedenfalls von den „Umweltdienstleistern“ kaum ein den Export fördernden Impuls auf deren Technologielieferanten (Maschinenbau, Fahrzeugbau) aus.

Die **Elektrotechnik** ist die einzige Branche der forschungsintensiven Industrie, von der ein **idiosynkratisches Nachfrageverhalten** ausgeht. Sie fragt in erster Linie Produktinnovationen im Bereich Maschinenbau, Elektrotechnik, Kunststoffverarbeitung und Metallbearbeitung nach, die den Anforderungen der stark auf den Heimatmarkt ausgerichteten elektrotechnischen Anwendungen genügen müssen, etwa im Bereich der Verkehrssicherheit (Straße wie Schiene), des Kraftwerkbaus oder der Gebäudeelektrik. Die spezifischen Lösungen für den deutschen Markt, die auch durch nationale Normen festgeschrieben werden,[10] erlauben eine starke Stellung am Heimatmarkt: Denn auf der einen Seite fördert die Normierung die Diffusion bestimmter Innovationsdesigns und damit die Nutzung von Skaleneffekten entlang der Wertschöpfungskette, auf der anderen Seite erhöhen nationale Normen die Markteintrittskosten für ausländische Anbieter, die unter anderen Standards arbeiten. Sie führen aber auch zu einem nationalen Pfad der Technologieentwicklung, der die Anforderungen der Kunden in anderen Märkten aus dem Blickfeld verliert und so Exportchancen verspielt. Am Beispiel der Elektrotechnik zeigt sich die Ambivalenz zwischen der Forcierung von Diffusionsprozessen durch Normierung einerseits und den Exportnachteilen eines geringeren Wettbewerbs zwischen alternativen Innovationsdesigns und -lösungen andererseits.

6.4 Deutsche Lead-Markt-Sektoren: ein Fazit

Die Untersuchung zeigt erneut, dass Deutschland ein führender Markt für Automobile ist. Deutsche Autohersteller nutzen die heimische Nachfrage zu Exporterfolgen. Ein hoher qualitativer Anspruch, Kundenkompetenz, hohe Anforderungen an die Leistung durch das Fehlen eines generellen Tempolimits bei gleichzeitiger Verbrauchseffizienz durch hohe Kraftstoffpreise, alles das treibt die deutsche Automobilindustrie zu Höchstleistungen, die voll im internationalen Trend liegen. Beispiele für solche Innovationen, die stark auf anderen Branchen außerhalb des Automobilbaus selbst ausstrahlen, sind das **Antiblockier-System** (mit Impulsen für Elektrotechnik, Messtechnik, Gummiverarbeitung), der **Airbag** (Kunststoffverarbeitung, Messtechnik und Textilindustrie), **Sicherheitsgurte** (Textilindustrie, Kunststoffverarbeitung) oder **Innenraumluftfilter** (Textilindustrie). Die Bedeutung des Automobilbaus für das Innovationssystem in Deutschland kann daher gar nicht hoch genug eingeschätzt werden. Er ist nicht nur selbst **Motor für Innovationen**, sondern auch Antrieb für FuE und Innovationen in vielen anderen Branchen, wobei er diesen mit zu Exporterfolgen verhalf.

Auch der **Maschinenbau** profitiert von der Lead-Markt-Rolle der deutschen Nachfrage (vgl. Kapitel 4). Interessant ist die Wechselbeziehung zwischen dem Maschinenbau einerseits

---

[10] Vgl. Blind (2001), der für die Elektrotechnik den höchsten Normenbestand in Deutschland unter allen Sachgebieten und den höchsten Überhang über europäische Normen (Verhältnis der Zahl der deutschen Normen zur Zahl der europäischen Normen) ausweist. Im Übrigen siehe Kapitel 9.

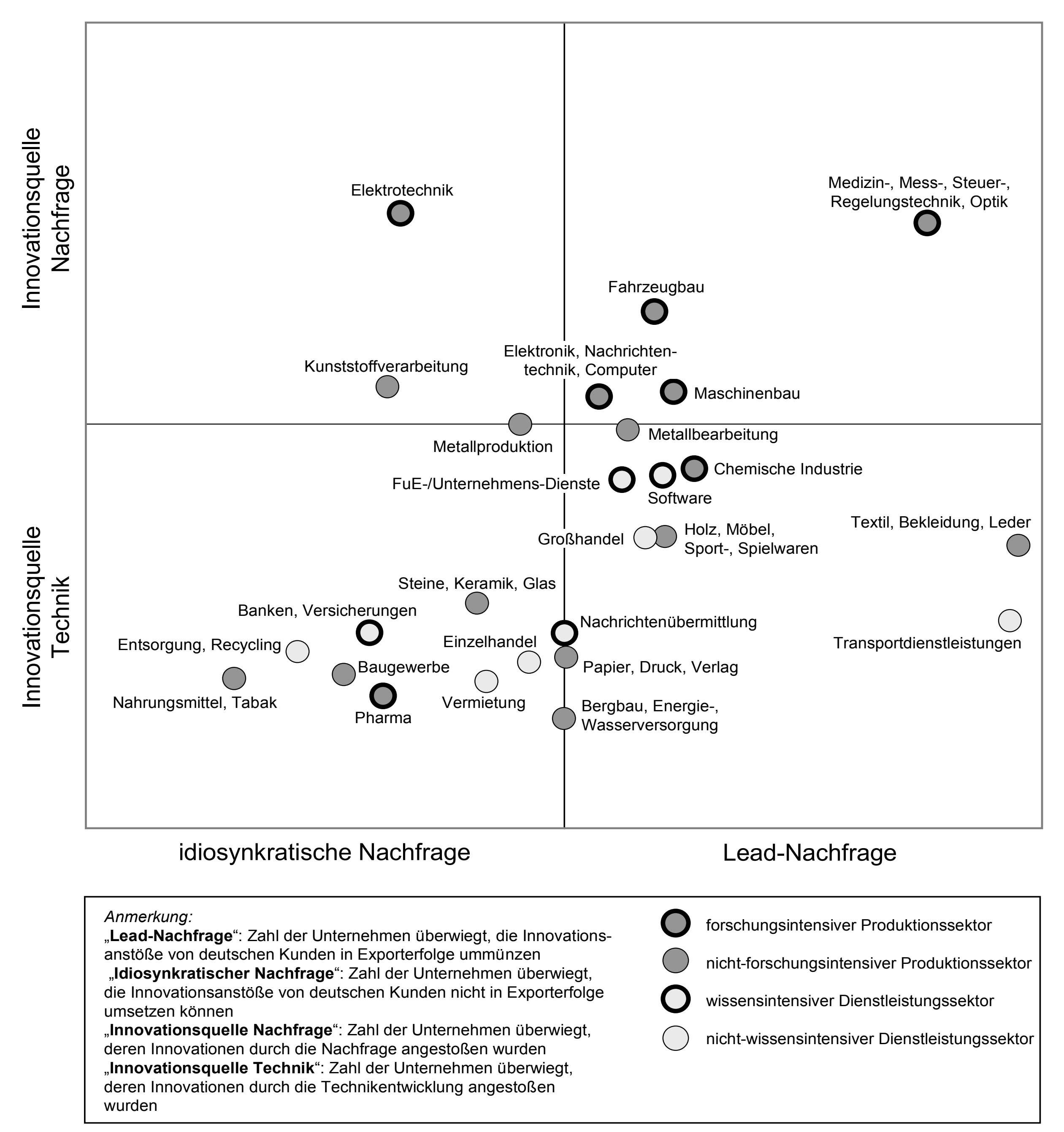
und den FuE-intensiven Branchen der Elektroindustrie sowie der Mess- und Regelungstechnik andererseits. Während Elektroindustrie sowie Mess- und Regelungstechnik die einzigen größeren Industriebranchen sind, die als Impulsgeber für den Maschinenbau fungieren, erhalten sie selbst vom Maschinenbau jene **Innovationsanstöße**, die sie für Exporterfolge nutzen können. Der zur Spitzentechnologie zählende Sektor **Mess- und Regelungstechnik/Optik** gründet seine hervorragende Exportperformance in besonders hohem Maß auf Produktinnovationen, die von deutschen Kunden angestoßen wurden (vgl. auch Kapitel 5 zur Optik). Hervorstechend in diesem Lead-Markt ist aber, dass auch verschiedene **Dienstleistungsbranchen wesentliche Anstoßgeber** für neue, international erfolgreich vermarktbare Produkte sind. Dazu zählen die öffentliche Verwaltung, das Gesundheitswesen, die Energieversorgung, die unternehmensnahen Dienstleistungen und der Handel. In beiden Leitmärkten, Maschinenbau und Optik, hat staatliche Technologieförderung zu frühen kundennahen Lösungen geführt, die auch weltmarktgängig sind; ebenso nutzen die Innovatoren dieser Sektoren die wissenschaftliche Basis in Deutschland. Zunächst überraschend ist die starke **Führungsmarkt-Position** der deutschen **Textilindustrie,** vor allem der stark wachsende Bereich der **technischen Textilien**, die z. B. vom Automobilbau oder von anderen Textilunternehmen nachgefragt werden.

Die Analyse der Lead-Markt-Position Deutschlands Ende der 1990er Jahre gibt einige wichtige Hinweise für die strategische Ausrichtung einer **Innovationspolitik**, die gezielt die Potenziale der deutschen Nachfrage als Motor für technologiegetriebene Exporttätigkeit nutzt. Für die Ausrichtung der Innovationspolitik ist entscheidend, von welcher Seite die maßgebenden Impulse für Innovationen kommen. Bei einer hohen Bedeutung der **Nachfrage** findet der Innovationswettbewerb über die Konkurrenz von technischen Lösungen statt, die am besten den künftigen Anforderungen der Nachfrage Genüge leisten. Bei einer hohen Bedeutung neuer FuE-Ergebnisse dominiert dagegen die rasche Annahme und Adoption neuer Technologie den Innovationswettbewerb zwischen den Unternehmen.

Die beiden Eigenschaften spannen ein **innovationspolitisches Portfolio** auf, in dem Technologiemärkte (Branchen) hinsichtlich der Bedeutung von Lead-Markt-Faktoren positioniert sind und aus dem innovationspolitische Handlungsfelder abgeleitet werden können (Abb. 6-7):

- Bei den **Lead-Markt-Branchen** rechts oben besteht der innovationspolitische Handlungsbedarf in der Sicherung dieser Eigenschaften: Forcierung des Wettbewerbs im Inland, Verhinderung von Regulierungen, die die künftige Produkt- und Technikentwicklung auf vorab festgelegte Pfade lenkt, Abbau von nicht-tariffären Hemmnissen im internationalen Handel, Sicherung günstiger Rahmenbedingungen für die Internationalisierung der Unternehmen. In dynamischer Perspektive ist wichtig, dass auch weiterhin rasch kundennahe und weltmarktfähige Technologie hervorgebracht wird. Gerade die Leitmärkte Maschinenbau und Mess- und Regelungstechnik/Optik belegen ihre technologische Dynamik; der Kontakt zum führenden Markt würde verloren gehen, wenn der technologische Paradigmenwechsel, der in der Optik ansteht (Kapitel 5), nicht gelänge.
- Links unten finden sich Branchen, bei denen die – quantitativ wenig bedeutenden – Nachfrageimpulse auf den deutschen Markt beschränkt bleibt. Hierbei handelt es sich größtenteils um Branchen, die wenig FuE- bzw. wenig wissensintensiv produzieren. Für solche Branchen empfiehlt sich erstens eine **diffusionsorientierte** Innovationspolitik, um

Abb. 6-7: Lead-Markt-Position von Branchen in Deutschland



Quelle: ZEW/FhG-ISI - Mannheimer Innovationspanel, Erhebung 1999. - Berechnungen des ZEW.

Kostenvorteile neuer Technologie rasch zu nutzen. Zweitens sind hier die klassischen Instrumente der FuE-Unterstützung (Entwicklung neuer Technologien, neuer Materialien, neuer Fertigungstechniken) gut positioniert, um die Unterinvestitionen der Unternehmen in FuE zu kompensieren. Die einzige FuE-intensive Branche in diesem Quadranten ist die **Pharmaindustrie:** Denn für Produktinnovationen spielt die Erforschung neuer Wirkstoffe eine herausragende Rolle. Dabei handelt es sich um längerfristig orientierte Forschung, die auch stark Impulse aus der Wissenschaft erhält. Der Heimmarkt bietet den deutschen Pharmaunternehmen dabei jedoch ein ungünstiges Terrain, denn die Innovationsimpulse aus dem Gesundheitswesen stellen sich als schwer exportierbar dar (nationale Zulassungsverfahren für Arzneimittel). Deshalb haben sich die deutschen Pharmaunternehmen schon früh eigene FuE- und Produktionsstätten in den USA und Großbritannien ge-

gründet. Dies deutet darauf hin, dass die Internationalisierung von FuE und der Aufbau von FuE-Kapazitäten deutscher Unternehmen im Ausland kein Defizit des Forschungsstandorts Deutschland darstellen muss, sondern auch Resultat ungünstiger Nachfragebedingungen sein kann.

- Rechts unten finden sich jene Branchen, die vorrangig neue Technik hervorbringen, gleichzeitig aber auch die Innovationsimpulse der deutschen Nachfrage in Exporterfolge ummünzen. Dies ist ein innovationspolitisch vielversprechendes Feld: Die Herausforderung besteht darin, die traditionellen Instrumente der **Förderung** von Technikentwicklung mit einer stärkeren Ausrichtung auf die deutsche Nachfrage zu **kombinieren**. So können die Lead-Markt-Eigenschaften Deutschlands stärker als Wettbewerbsfaktor genutzt werden. Dies gilt beispielsweise für die chemische Industrie und die Textilindustrie, aber auch für den wichtigen Bereich der Softwareentwicklung.
- Das innovationspolitisch problematischste Feld ist der kaum besetzte linke obere Quadrant, der Branchen enthält, die stark auf Nachfrageimpulse für ihre Produktinnovationen angewiesen sind. Hier stellt der deutsche Absatzmarkt eine Hürde für die Exporttätigkeit dar, denn die Ausrichtung auf deutsche Kundenwünsche bringt Produktinnovationen mit sich, die in anderen Ländern nur schwer abgesetzt werden können. In der Elektrotechnik ist diese Situation ausgeprägt gegeben. Hier ist die Innovationspolitik gefordert, etwa nationale Regulierungen zu lockern, technische Normen zu internationalisieren (Kapitel 8) und öffentliche bzw. monopolistische Nachfrage (etwa in der Telekommunikation und Verkehrssicherheit, im Schienenfahrzeugbau und der Energieversorgung) durch Öffnung der entsprechenden Nachfragemärkte aufzubrechen, was ja seit 1998 – dem Beobachtungsjahr unserer Analyse – vielfach bereits angegangen wurde. Dabei sollte sich die Politik bewusst sein, dass derartige **Strukturänderungen** in den grundlegenden Wirkungsweisen eines sektoralen Innovationssystems nur schwer und nur auf lange Sicht realisiert werden können.

Eines aber dürfen Forschungs- und Innovationspolitik bei dieser „Sortierung“ von Branchen nach Handlungsfeldern nicht vergessen: die Einteilung entspringt einem statistischen Modell, bei dem Selbsteinschätzungen von Unternehmen (einer großen und repräsentativen Stichprobe) auf Branchenebene auf systematische Unterschiede hin ausgewertet werden. Die Quadranteneinteilung vergröbert zudem **graduelle Abstufungen**: aus einem Mehr oder Weniger wird die Zugehörigkeit zu einer Kaste. Das öffnet die Augen; innovationspolitisches Handeln wird aber der Begründung im Einzelfall bedürfen.

7 Internationalisierung von Forschung und Wissen

Die zunehmende internationale Verflechtung zwischen Unternehmen und Volkswirtschaften durch multinationale Unternehmen bringt einen enormen Wissenstransfer innerhalb dieser multinationaler Unternehmen mit sich. Diese Verflechtung hat damit erhebliche Auswirkungen auf die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten in den betroffenen Ländern. Globalisierung und FuE stehen dabei in einem interdependenten Verhältnis. Einerseits sind technologische Faktoren Triebkräfte der Globalisierung: Kürzere Produktlebenszyklen und steigende Entwicklungskosten erfordern, dass neue Produkte in möglichst vielen Märkten gleichzeitig eingeführt werden, neue Informations- und Kommunikationstechniken reduzieren die Transaktionskosten und ermöglichen so größere Unternehmensverbünde, oftmals bei gleichzeitiger Dezentralisierung der Produktion. Andererseits verfügen multinationale Unternehmen über weitaus größere Möglichkeiten in der Wissensproduktion und -verbreitung als nationale Unternehmen. Sie haben größere Freiheitsgrade hinsichtlich des Standortes von Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten und können ein weitaus breiteres Spektrum von Möglichkeiten nutzen, sich Wissen anzueignen und zu transferieren.

Die Internationalisierung der Innovationstätigkeit von Unternehmen hat sich in **den letzten beiden Jahrzehnten kräftig verstärkt**. Sie reicht von der gemeinsamen Erarbeitung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse (wissenschaftliche und technologische Kooperation von Forschern, wissenschaftlichen Instituten und Unternehmen) über deren Umsetzung in neue Produkte und Verfahren (internationale Vernetzung der FuE-Aktivitäten von großen Unternehmen, Gewährung von Lizenzen, Auslandspatentanmeldungen) bis hin zur Vermarktung von technologischen Neuerungen (Handel mit forschungsintensiven Gütern).

Die stürmische Entwicklung bei der Globalisierung wird wesentlich durch die großen multinationalen Unternehmen geprägt. Eine Stichprobe dieser Unternehmen wird in den Abschnitten 7.2 bis 7.3 detailliert betrachtet. Es lässt sich jedoch beobachten, dass sich in der Spitzentechnologie zunehmend auch junge Unternehmen frühzeitig international orientieren, um von der weltweiten Know-how-Entwicklung und von den Nachfrageimpulsen aus unterschiedlichen Märkten zu profitieren.[1] Daher wird zunächst der Umfang aller deutschen Unternehmen mit FuE im Ausland und aller ausländischen Unternehmen mit hiesiger FuE geschätzt.

7.1 FuE-Aktivitäten multinationaler Unternehmen: Der Standort Deutschland im Spiegel der FuE-Statistik

FuE deutscher Unternehmen im Ausland

Parallel zu Produktion, Absatz und Investitionen wächst im Ausland auch das FuE-Potenzial deutscher Unternehmen. Für 1999 werden die FuE-Aufwendungen deutscher Tochterunternehmen im Ausland auf etwa EUR 7,3 Mrd. geschätzt (Tab. 7-1). Die FuE-Ausgaben im Ausland entsprechen damit bereits 20 % der inländischen FuE-Gesamtaufwendungen. Sie

1 Vgl. den Beitrag zur biotechnologischen Forschung in der letztjährigen Berichterstattung.

sind seit 1995 um 40 % gestiegen, die internen FuE-Aufwendungen im Inland hingegen nur um rund 30 %.

Tab. 7-1: FuE-Aufwendungen deutscher Unternehmen im Ausland 1995 bis 1999

	1995	1997	1999
Branche	in Mrd. Euro		
Verarbeitendes Gewerbe	4,9	5,3	7,1
Chemische Industrie	2,5	2,6	2,7
H. v. Kraftwagen u. Kraftwagenteilen	k.A.	1,2	2,9
Wirtschaft insgesamt	5,1	5,7	7,3
	Anteil an den weltweiten FuE-Aufwendungen deutscher multinationaler Unternehmen		
	1995	**1997**	**1999**
Branche	in %		
Verarbeitendes Gewerbe	23	23	26
Chemische Industrie	35	35	35
H. v. Kraftwagen u. Kraftwagenteilen	k.A.	15	23
Wirtschaft insgesamt	23	23	25

Quellen: SV-Wissenschaftsstatistik. – Schätzungen des DIW.

Weltweit sind die USA seit langem das wichtigste Heimatland forschender Unternehmen. Sie haben 1998 im Ausland FuE-Aufwendungen in Höhe von etwa 9 % ihrer inländischen FuE-Aufwendungen in der Wirtschaft getätigt. Aber auch britische, deutsche, französische und japanische Unternehmen verfügen über umfangreiche Forschungspotenziale im Ausland, ebenso wie Unternehmen der relativ kleinen Mutterländer Schweiz, Niederlande und Schweden. Die multinationalen Unternehmen kleiner Heimatländer sind besonders stark internationalisiert, weil kleine Länder weder über einen ausreichend großen Inlandsmarkt noch über ein ausreichendes Potenzial, vor allem an hochqualifizierten Arbeitskräften, verfügen.

Schrittmacher der Internationalisierung der **deutschen Industrie** bei Produktion und FuE waren bislang Chemie- und Pharmaunternehmen. Sie wendeten 1999 im Ausland für FuE mit EUR 2,7 Mrd. mehr als die Hälfte ihrer FuE-Aufwendungen in Deutschland auf. Durch Übernahme und Aufbau von FuE-Einrichtungen im Ausland hat jedoch der deutsche Automobilbau seine Präsenz auf den großen Märkten in Produktion und Forschung deutlich verstärkt. Gleichzeitig haben Automobilhersteller als einzige Branche ihre FuE-Kapazitäten in Deutschland kontinuierlich ausgeweitet.[2] Die Globalisierung dieser Branche führt offensichtlich auch zu einer Stärkung des heimischen FuE-Standortes. Inzwischen gibt der Automobilbau mit EUR 2,9 Mrd. unter den Branchen den höchsten Betrag für FuE-Aufwendungen im Ausland aus.

---

[2] Spektakulärer Höhepunkt bei Unternehmensverschmelzungen und -übernahmen war 1998 die Fusion von Daimler-Benz mit dem US-amerikanischen Konzern Chrysler. Sie hat das FuE-Potenzial des deutschen Unternehmens in den USA erheblich erweitert, ohne dass die FuE-Kapazitäten in Deutschland als Folge der Fusion verringert wurden.

Trotz der kräftigen Steigerung der FuE-Aufwendungen im Ausland hat sich die Internationalisierung der FuE-Aktivitäten nicht wesentlich beschleunigt. So sind die FuE-Aufwendungen deutscher Unternehmen **in den USA** – die dort über etwa gleich große FuE-Kapazitäten verfügen wie im übrigen Europa – über den Zeitraum der letzten 20 Jahre hinweg mit jährlich etwa 8 % gewachsen. Deutsche Unternehmen stellen mittlerweile in den USA die größten FuE-Kapazitäten ausländischer Unternehmen (1998: 5,3 Mrd. $). Hauptsächlich konzentrieren sich die Aufwendungen ausländischer Unternehmen in den USA auf die Pharmazeutik, auf die 30 % der FuE-Aufwendungen entfallen. Gründe sind die Größe des US-Marktes und seine Lead-Markt-Eigenschaften (d. h. die Nachfrage kreiert Trends und greift Innovationen auf, die sich später weltweit durchsetzen; vgl. Kapitel 6). Nach Aussagen der Unternehmen liegt einer der Schwerpunkte der Forschung auf der Biotechnik.[3] 1997 entfielen 38 % der FuE-Aufwendungen deutscher Unternehmen in den USA auf die Pharmaindustrie; der enorme Zuwachs ist in diesem Zeitraum vor allem auf Großakquisitionen zurückzuführen. 1998 lag der Schwerpunkt hingegen bereits im Fahrzeugbau (44 % der FuE-Aufwendungen deutscher Unternehmen in den USA), ein weiterer Schwerpunkt ist die Telekommunikationstechnik.

Generell schimmert als Muster durch, dass die Auslandsforschungsschwerpunkte im Wesentlichen die Schwerpunkte der heimischen Großunternehmen abbilden: Um den größten Markt der Welt zu erschließen, müssen ausländische Unternehmen auch in FuE in den USA investieren. Denn hochwertige Produkte und Technologien lassen sich nur zu einem gewissen Grad standardisieren und exportieren. Um auf die spezifischen Anforderungen der Kunden eingehen und rasch auf Marktänderungen reagieren zu können, ist die Produktion vor Ort oft unabdingbar. Dabei gehen FuE-Anstrengungen, die marktgerechte Produktentwicklung sowie Produktion und Absatz Hand in Hand.

FuE ausländischer Unternehmen in Deutschland

US-Unternehmen haben diese Bedeutung des Marktes schon in den 1960er Jahren erkannt und in Europa große FuE-Potenziale aufgebaut (z. B. Ford, Opel, IBM), die allerdings heute wie selbstverständlich erscheinen und kaum als ausländische Unternehmen wahrgenommen werden. Im Jahre 1999 haben ausländische Tochterunternehmen in Deutschland EUR 6,8 Mrd. für FuE aufgewendet und dabei knapp 54 Tsd. Personen beschäftigt. Der Anteil des Forschungspersonals in ausländischen Unternehmen ist gestiegen und liegt mit 19 % etwas über ihrem Anteil an den Beschäftigten in der Industrie (Tab. 7-2), der seit langer Zeit bei gut 16 % liegt (in den forschungsintensiven Industrien bei 20 %). Insofern haben die multinationalen Unternehmen in den letzten Jahren auch einen Beitrag zum Aufholprozess der deutschen Wirtschaft bei FuE geleistet.

Sie sind also keineswegs nur „Mitläufer“, auch wenn die branchendurchschnittlichen FuE-Personalintensitäten der ausländischen Unternehmen in Deutschland eine große Ähnlichkeit mit denen der großen einheimischen Unternehmen zeigen (Abb. 7-1). Vielmehr deutet dies darauf hin, dass sich ausländische Unternehmen in Deutschland in FuE wie vergleichbare größere einheimische Unternehmen verhalten. Unternehmen, die im gleichen Markt im

[3] Siehe auch Reger et al. (1999).

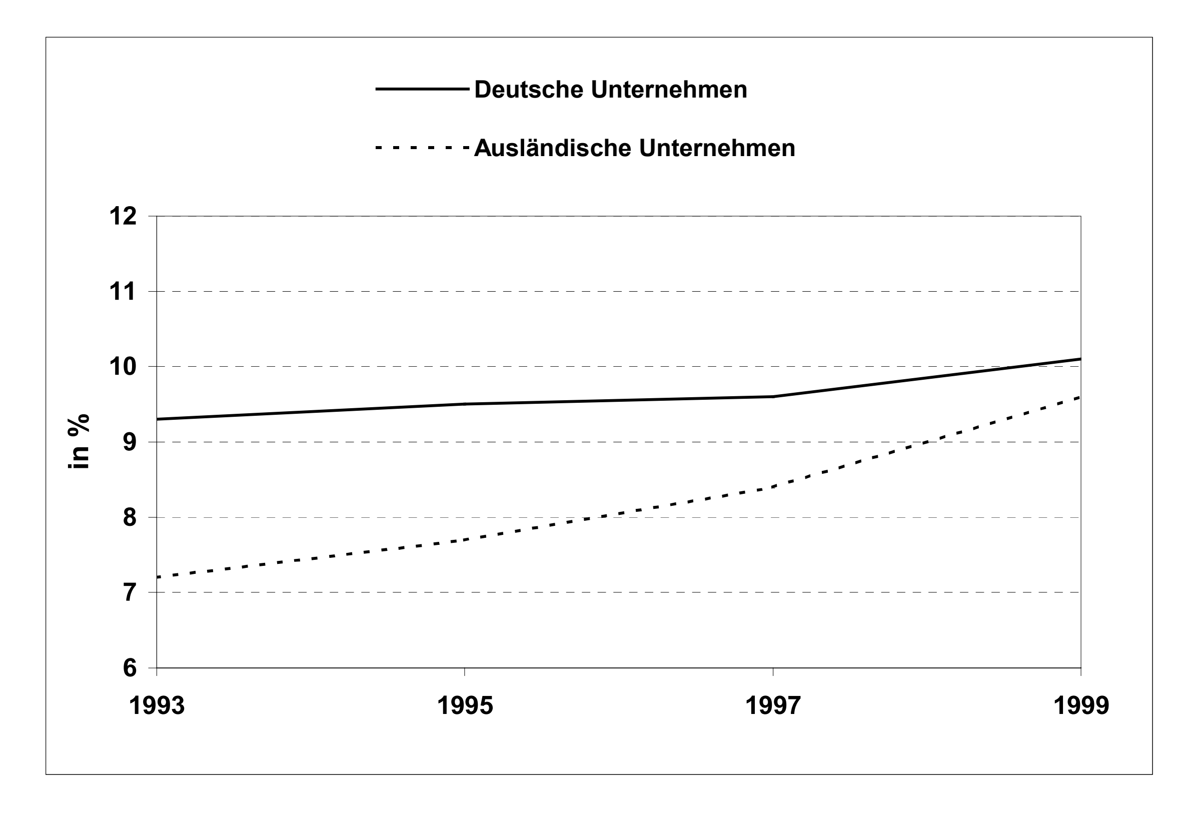
Wettbewerb stehen, müssen offensichtlich auch im gleichen Maße in FuE und Innovation investieren (Abb. 7-2).[4]

Tab. 7-2: Anteil des FuE-Potenzials ausländischer Unternehmen in Deutschland 1993 bis 1999

	1993	**1995**	**1997**	**1999**
		in %		
Wirtschaft insgesamt				
FuE-Personal	15,1	15,5	16,8	18,8
FuE-Gesamtaufwendungen	15,9	16,7	17,1	18,1
Verarbeitendes Gewerbe				
FuE-Personal	15,5	15,9	17,8	20,3
FuE-Gesamtaufwendungen	16,7	17,1	18,1	19,0

Quellen: SV-Wissenschaftsstatistik. – Berechnungen und Schätzungen des DIW.

Abb. 7-1: FuE-Personalintensität in Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes in Deutschland 1993 – 1999



Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. - Berechnungen des DIW.

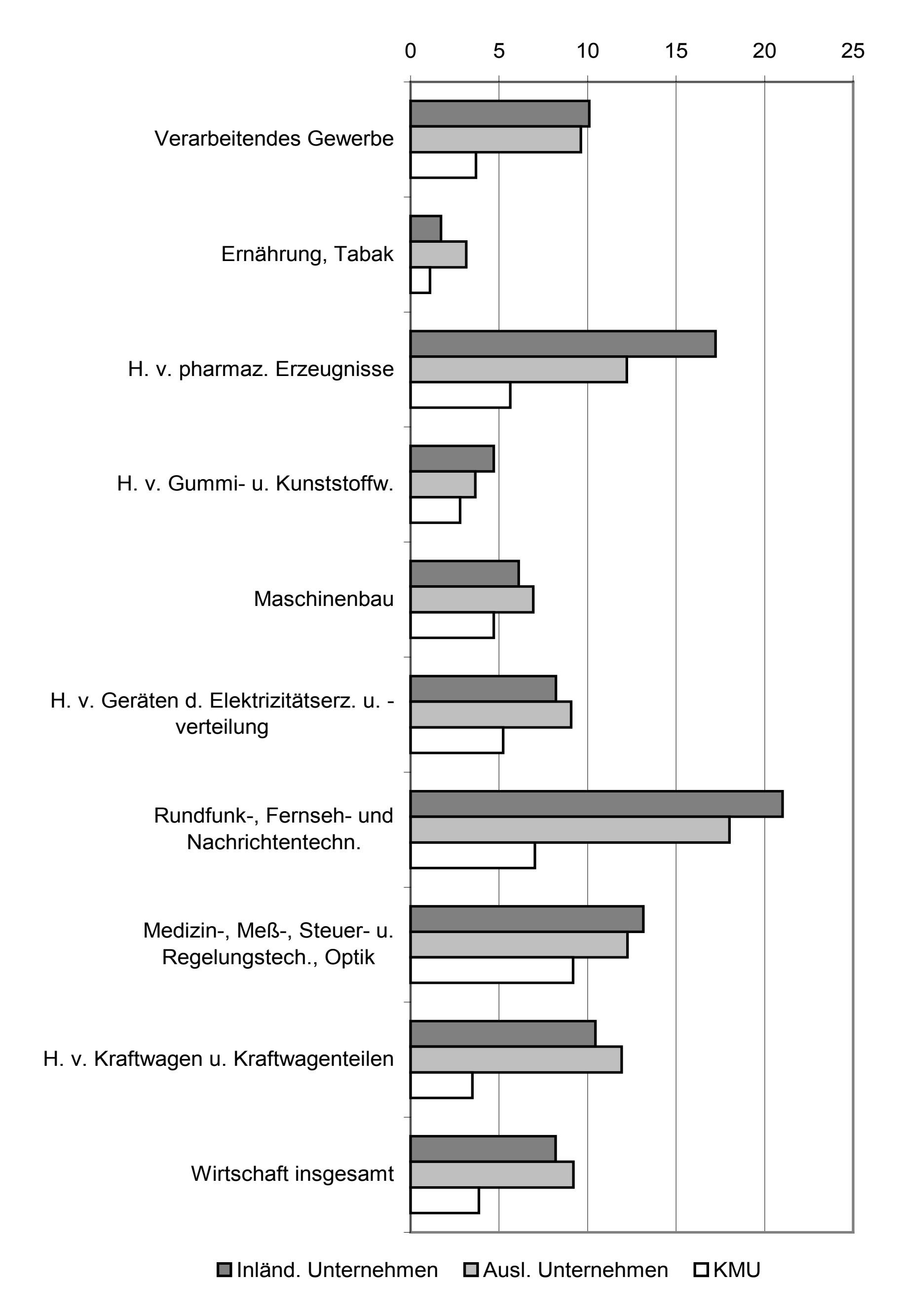
Jeweils etwa die Hälfte der FuE-Aufwendungen ausländischer Unternehmen in Deutschland entfällt auf europäische und US-amerikanische Unternehmen. In den letzten Jahren sind die auf Deutschland entfallenden FuE-Aufwendungen amerikanischer Unternehmen mit etwa

---

4 Zu Vergleichszwecken enthält Abb. 7-2 die entsprechenden Werte für die KMU in Deutschland.

3 Mrd. $ nahezu unverändert geblieben; Deutschlands Anteil ist damit etwas zurückgegangen. Die USA setzen meist regional-sektorale Schwerpunkte: Die Automobil- und die Elektronikindustrie forscht vor allem in Deutschland, die Mineralöl- und Nahrungsmittelindustrie in Großbritannien, Chemieunternehmen in Großbritannien und Japan.

Abb. 7-2: FuE-Personalintensität deutscher und ausländischer Unternehmen in Deutschland 1999 in %



Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. - Berechnungen des DIW.

In der „FuE-Bilanz“ zwischen Deutschland und den USA haben deutsche Unternehmen – wie auch französische, britische und japanische – in den USA inzwischen höhere FuE-Aufwendungen als umgekehrt. Deutschland hat aus Sicht der USA den über einen längeren Zeitraum gehaltenen ersten Platz in der Rangfolge der FuE-Gastgeberländer mittlerweile an Großbritannien abgeben müssen. Für diese beiden Länder lassen sich FuE-Aktivitäten ausländischer Unternehmen auch nicht allein durch die Marktgröße erklären; sie zeichnet eine

überdurchschnittliche Attraktivität als FuE-Standort aus. Dennoch geht der Anteil dieser beiden traditionell wichtigen Gastgeberländer an den weltweiten FuE-Aufwendungen der US-amerikanischen Unternehmen langsam zurück, zu Gunsten von Japan, Kanada, Asien und Südamerika. Die Komplexität der FuE-Netzwerke multinationaler Unternehmen nimmt zu.

Die Attraktivität des Forschungsstandortes Deutschland kommt auch darin zum Ausdruck, dass die FuE-Intensität US-amerikanischer Tochterunternehmen in Deutschland am höchsten ist. Den zweiten Platz hinsichtlich der FuE-Intensität nimmt Japan ein, auf das allerdings nur noch knapp 6 % der ausländischen FuE-Aufwendungen US-amerikanischer Unternehmen entfallen.

Deutschland ist neben Großbritannien auch der wichtigste Standort für die FuE-Tätigkeit japanischer Unternehmen in Europa. Die Zahl der selbstständigen FuE-Einrichtungen japanischer Unternehmen in Deutschland steigt kontinuierlich. Das Engagement japanischer Unternehmen in Deutschland ist zwar deutlich geringer als in Großbritannien, aber wesentlich forschungsintensiver.

7.2 Aktivitäten ausgewählter deutscher Unternehmen im Ausland: Patentanalyse und Befragung

In einer Befragung von 90 ausgewählten multinationalen Unternehmen mit deutscher Konzernobergesellschaft, von denen 28 geantwortet haben, ist ihrem FuE-Verhalten auf den Grund gegangen worden. Für die gesamte Stichprobe wurden auch die Patentanmeldungen der Jahre 1990 und 1998 recherchiert. Die Stichprobe deckt im Fahrzeugbau fast zwei Drittel, in der Elektronik und der Chemischen Industrie etwa ein Drittel der sektoralen Beschäftigung in Deutschland ab. Geringer ist die Abdeckung im Maschinenbau (einschl. Metallgewerbe), der stärker mittelständisch geprägt ist. Bei den Patentaktivitäten werden in beiden Jahren knapp 40 % der Patente in Deutschland erfasst. Der Abdeckungsgrad ist in der Chemischen Industrie sehr hoch, im Maschinenbau und im Fahrzeugbau aber deutlich geringer. Insgesamt sollte man also bei der Verallgemeinerung von sektorbezogenen Aussagen Vorsicht walten lassen.[5] Für 48 ausländische Konzerne in Deutschland (vgl. Abschnitt 7.3) wurden zu Vergleichszwecken Patente 1998 und wissenschaftliche Publikationen 1998-99 herangezogen.

Bedeutung der Auslandsaktivitäten

Die Bedeutung der Auslandsaktivitäten gemessen an **Patenten** hat in den neunziger Jahren generell zugenommen. Die Zahl der Patente für die Stichprobe ist von 5628 (1990) auf 10102 (1998) gestiegen, also um den Faktor 2,3; die Zahl der Inlandspatente hingegen lediglich um den Faktor 1,7. Die höchste **Auslandsquote** weist die Chemische Industrie auf, gefolgt mit deutlichem Abstand von Maschinenbau – dessen Auslandsquote in den neunziger Jahren gesunken ist – und Elektrotechnik; am geringsten ist die Auslandsquote beim Fahrzeugbau. Die Auslandsquote steigt deutlich mit der Unternehmensgröße an: Kleine

[5] Betrachtet man die FuE-Intensität nach Sektoren, so zeigt sich im Übrigen, dass die Werte für die analysierten Unternehmen in etwa den gesamtwirtschaftlichen Durchschnitten dieser Branchen entsprechen (SV-Wissenschaftsstatistik, Datenreport 1999, S. 12*).

ausländische Tochterunternehmen melden faktisch keine Patente an; der höchste Wert wird mit knapp 20 % bei den Unternehmen zwischen 20.000 und 50.000 Beschäftigten erreicht. Die abnehmenden Werte der obersten Größenklasse sind mit Ergebnissen anderer Untersuchungen konform (Döhrn und Radmacher-Nottelmann 2000, S. 13).

Eine **Aufteilung der FuE-Aufwendungen** der Unternehmen **auf In- und Ausland** ist nur für einen Teil der Unternehmen möglich und lässt deshalb keine sektorale oder größenbezogene Differenzierung zu. Insgesamt gesehen gilt aber für die Patentneigung, dass sich **Forschung im Ausland** in einer deutlich **niedrigeren Zahl von Patenten** niederschlägt als Forschung im Inland. Dies hängt in erster Linie damit zusammen, dass Forschung im Ausland häufig dazu dient, Produkte und Verfahren an die Erfordernisse der jeweiligen Märkte anzupassen und in diesen Fällen nur wenig patentfähige Ergebnisse erwarten lässt.[6]

Profil der FuE-Aktivitäten deutscher Unternehmen

Um die relative Bedeutung der Auslandsaktivitäten nach Tätigkeitsgebieten zu vergleichen, bietet sich eine Analyse der **Auslandsquoten** und der **Patentspezialisierung** nach Technikbereichen an. Dabei wird auf eine Gliederung nach Technikfeldern gemäß Patentklassifikation zurückgegriffen, die im Rahmen der Berichterstattung seit längerem Verwendung findet. In sämtlichen **Technikfeldern** mit Ausnahme der audiovisuellen Technik und der Telekommunikation ist ein Anstieg der **Auslandsquoten** zu verzeichnen. Tab. 7-3 zeigt die jeweils sechs Technikfelder, die im Jahr 1998 die höchsten bzw. niedrigsten Auslandsquoten hatten.

Tab. 7-3: Auslandsquoten der sechs am stärksten und am schwächsten internationalisierten Technikfelder 1990 und 1998

höchste Auslandsquoten	1998	1990	Diff.	niedrigste Auslandquote	1998	1990	Diff.
Biotechnologie	43,6	30,7	12,9	Telekomm.	9,2	12,7	-3,5
Medizintechnik	38,4	33,8	4,6	Bauwesen	8,9	3,2	5,7
Pharmazie	33,3	18,7	14,6	Transport / Raumfahrt, Waffen	8,1	3,6	4,5
Nahrungsmittelverarbeitung	28,6	10,0	18,6	Umwelttechnik	8,1	3,2	4,9
Organische Chemie	24,2	13,2	11,0	Audio-visuelle Technik	6,7	16,1	-9,5
Halbleiter	24,0	4,4	19,7	Konsumgüter	5,3	1,4	3,9

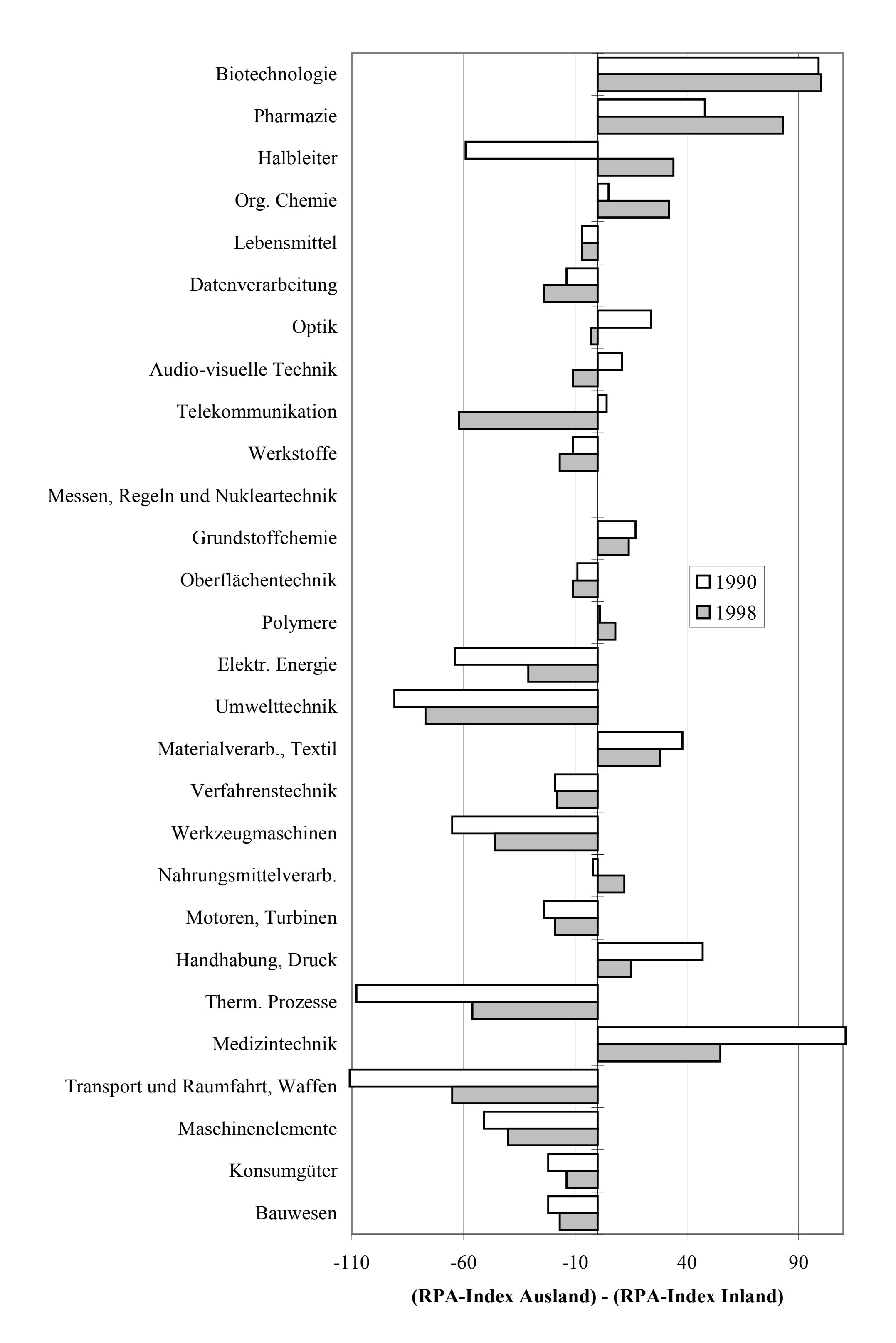
Quelle: EPA. - Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Die **Patentspezialisierung** in den einzelnen Feldern zeigt eine statistisch signifikant hohe und in den neunziger Jahre zunehmende Übereinstimmung von Inlands- und Auslandsaktivitäten der Unternehmen. Um die Abweichungen zwischen In- und Auslandsaktivitäten zu verdeutlichen, werden die Differenzen der Auslands- und der Inlandspezialisierungen zu einem **saldierten Wert der Auslandsspezialisierung** zusammengefasst (Abb. 7-3). Positive Werte bedeuten dabei eine höhere Spezialisierung im Ausland als im Inland. Angeordnet werden die Technikfelder in Abb. 7-3 zudem nach ihrer **Wissenschaftsbindung**, so

---

6 Auf die Motive der Auslandsforschung geht das Kapitel unten näher ein.

Abb. 7-3: Profil der saldierten Auslandsspezialisierung der Unternehmen der Stichprobe in den Jahren 1990 und 1998, geordnet nach abnehmender Wissenschaftsbindung



Quelle: EPA. - Berechnungen des Fraunhofer ISI.

dass gleichzeitig deutlich wird, inwiefern es einen Zusammenhang zwischen der Wissensintensität eines Technikfeldes und dem Ausmaß bzw. der Spezialisierung der Auslandsaktivitäten gibt.[7]

- Es besteht ein signifikant **positiver** und im Laufe der neunziger Jahren noch verstärkter **Zusammenhang** zwischen **Wissenschaftsbasierung** eines Technikfeldes und **Auslandspatenten**.
- Die vier wissensintensivsten Technikfelder im Jahr 1998 weisen im Ausland alle eine erheblich stärkere Spezialisierung auf als im Inland, wobei die aktuellen Werte der saldierten Auslandspezialisierungen über denen von 1990 liegen.
- Besonders auffällig sind die sehr hohen Werte in der **Biotechnologie** und in der **Pharmazie** sowie die Umkehrung der Spezialisierung im Bereich **Halbleiter**. Dort haben die Unternehmen eine radikale Kehrtwende vollzogen. In diesem Feld hat die ausländische Forschung also einen wesentlichen Beitrag zur Aufholung geleistet.
- Die vier am wenigsten wissensintensiven Bereiche (Transport etc., Maschinenelemente, Konsumgüter, Bauwesen) sind dagegen durchweg im Inland stärker spezialisiert; ein Muster, das für 11 der 14 schwächer wissensintensiven Bereiche in der unteren Hälfte von Abb. 7-3 zutrifft.[8]
- Hohe Inlandsspezialisierungen weisen allerdings neben den vier am wenigsten wissensintensiven Feldern nach wie vor die Umwelttechnik, die Elektrische Energie, die Telekommunikation, die Werkzeugmaschinen und die Thermischen Prozesse auf. Das Innovationsgeschehen in einigen dieser Gebiete tritt auch bei der Betrachtung führender Märkte als inlandsbestimmt in Erscheinung.

Determinanten der Auslandsforschung

Alles in allem ergibt sich aus der Unternehmensbefragung das wenig überraschende Stimmungsbild, dass **große Unternehmen** mit generell **bedeutenden Auslandsaktivitäten** auch einen höheren Teil ihrer **FuE-Ergebnisse im Ausland generieren**. Dieser Zusammenhang wird z. T. durch die Frage nach der **Motivation der FuE im Ausland**, bestätigt. Die Antworten lassen erkennen, dass ein hoher Teil der Auslandsforschung absatzorientiert erfolgt: Die Anpassung von Produkten an Markterfordernisse, die Abstimmung mit wichtigen Kunden im Ausland und die Anpassung von Produkten an Regulierungen erhielten jedenfalls hohe durchschnittliche Bewertungen. Ferner erfüllt die Auslandsforschung eine wichtige Informations- und Monitoring-Funktion. Die Antworten auf die Frage, weshalb Unternehmen ihre **FuE in Deutschland** belassen, ergänzen dieses Bild. Wichtigste Motive sind demnach Synergieeffekte mit anderen Unternehmensbereichen im Stammhaus, die Abstimmung mit wichtigen Kunden in Deutschland und Skaleneffekte.

---

[7] Die Wissenschaftsbindung bzw. Wissenschaftsbasierung (science base) eines Technikfeldes ist hier definiert als die durchschnittliche Anzahl der Zitate von wissenschaftlichen Veröffentlichungen in den Patentschriften (Zitatquote). Je mehr Zitate im Durchschnitt angegeben werden, desto stärker hängt ein Technikfeld unmittelbar von neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen ab. Die durchschnittliche Zitatquote liegt in einer Analyse der Jahre 1989 bis 1992 bei 0,85; die meisten Publikationszitate pro Patent hat die Biotechnologie mit 2,65, gefolgt von der Pharmazie (1,87) und den Halbleitern (1,74). Vgl. dazu Schmoch (2002), darin weitere Literatur.

[8] Die offensichtlichen Ausreißer Medizintechnik und Handhabung/Druck dürften damit erklärbar sein, dass diese Technikfelder sehr heterogen zusammengesetzt sind. Die Auslandsaktivität findet in Subfeldern des Technikfeldes statt, die wiederum eine sehr hohe Wissensintensität aufweisen.

Dies gilt um so mehr, als angebotsseitige Faktoren (Qualität des FuE-Personals und der öffentlich finanzierten Wissenschaft) nur ein mittleres Gewicht haben. Interessant ist die relativ hohe Gewichtung des Motivs Vermeidung von „Know-How-Verlust“, was darauf hinweist, dass inländische Standorte nach wie vor Internalisierungsvorteile aufweisen.

Wissensmanagement und -transfer

Wissensmanagement umfasst nicht nur Entscheidungen über Umfang und Standorte von FuE. In einem weiteren Kontext gehört vielmehr auch die Aufgabe dazu, für das Unternehmen weltweit – intern wie extern – generiertes Wissen nutzbar zu machen. Überwiegend werden elektronische Medien zum **Wissenstransfer** genutzt. An zweiter Stelle rangieren persönliche Kontakte, deren Bewertung sich allerdings nicht wesentlich von der von Workshops, Planungssitzungen und gemeinsamen FuE-Teams unterscheidet – also stärker formalisierten Verfahren. Als eher unwichtig eingestuft werden Schulungen im Ausland und die Repatriierung von im Ausland tätigen Forschern. Nennenswerte Hemmnisse für das unternehmensinterne Wissensmanagement sind nur fallweise zu identifizieren, die angebotenen Faktoren erhielten überwiegend die Antwort „teils-teils“. Allenfalls Kultur- und Mentalitätsunterscheide werden häufiger als wichtig angesehen.

Wichtigste **Wissensquellen** für technologische Entwicklungen im Ausland sind internationale Publikationen, Datenbanken und Konferenzen; daneben sind die eigenen ausländischen FuE-Einheiten eine wichtige Wissensquelle. Die Rekrutierung ausländischer Wissenschaftler oder der Einkauf von Beratung spielen überwiegend eine untergeordnete Rolle, ebenso wie spezielle „Sucheinheiten“, wobei sich letztere ohnehin nur für größere Unternehmen rechnen dürften.

7.3 FuE-Aktivitäten ausländischer multinationaler Unternehmen in Deutschland

Ausmaß und Profil der anwendungsorientierten Forschungsaktivitäten

Auf Deutschland als Herkunftsland entfallen 4,8 % (433 Patente) der 9087 Patente von in Deutschland forschenden ausländischen Mutterkonzernen im Jahr 1998. Deutschland ist demnach insbesondere für die ausländischen Unternehmen mit Schwerpunkt im Technikbereich Maschinenbau (fast 20 % der Patente) von zentraler Bedeutung. Mit einem Anteil von weniger als 2 % in den Feldern der Elektrotechnik wird eine Schwäche im deutschen FuE-Profil ein weiteres Mal offensichtlich.

Tab. 7-4: Patentanmeldungen der ausgewählten Unternehmen in Deutschland 1998

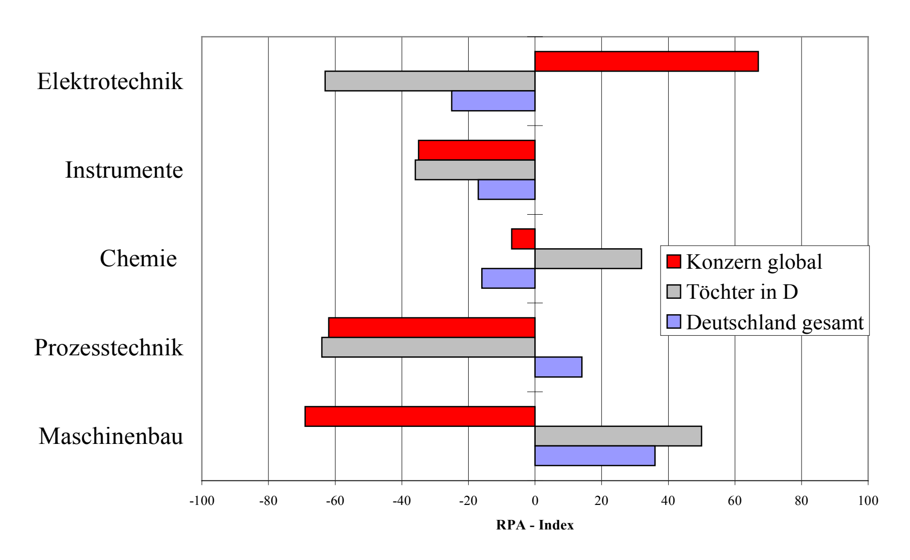
	E-Technik	Instrumente	Chemie	Prozesstechnik	M-Bau	gesamt
Töchter in Deutschl.	54	46	142	26	165	433
Konzerne weltweit	4435	1012	2136	673	831	9087
Deutschlandquote	1,2 %	4,6 %	6,7 %	3,9 %	19,9 %	4,8 %

Quelle: EPA. - Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Das **Profil der Patentanmeldungen** der Töchter im Vergleich zum Profil der Konzernmütter weltweit und zum Profil Deutschlands insgesamt ist weitgehend analog zu den genannten Deutschlandquoten (Abb. 7-4):

- **Deutschland** ist für ausländische Unternehmen insbesondere in den beiden Technikbereichen **Chemie** und **Maschinenbau interessant**. Hier sind die Spezialisierungen in Deutschland positiv, während sie weltweit für die Konzerne negativ sind.
- Umgekehrt verhält es sich mit dem Bereich **Elektrotechnik**. Hier sind die Unternehmen weltweit positiv spezialisiert, in Deutschland jedoch negativ.
- Bei Instrumenten und in der Prozesstechnik sind die Unternehmen in Deutschland entsprechend der Spezialisierung der Konzerne weltweit negativ spezialisiert.

Abb. 7-4: Spezialisierung der ausländischen Unternehmen nach Technikbereichen



Quelle: SCI - Fraunhofer ISI.

- Die **saldierte Spezialisierung** der ausländischen Konzerne in Deutschland entspricht – auf der Gliederungsebene der Patente gemäß Abb. 7-3 – dem deutschen Profil sehr stark, d. h. die spezifischen Stärken als Forschungsstandort bzw. Lead-Markt spiegeln sich in den Aktivitäten ausländischer Konzerne in Deutschland wieder (vgl. auch Kapitel 6). Die höchsten Werte der Spezialisierung der ausländischen Unternehmen in Deutschland sind mit drei Ausnahmen (Umwelttechnik, Werkstoffe und organische Chemie) alle in den Feldern des **Maschinenbaus**, dessen Bedeutung als innovativer **Lead-Markt** in den Kapiteln 4 und 6 offensichtlich wird.[9]

Grundlagenorientierte Forschungsaktivitäten und -kooperationen

Insgesamt haben die in Deutschland ansässigen untersuchten ausländischen Unternehmen (in den Jahren 1998 und 1999) 921 Publikationen veröffentlicht, 45 % davon als **Ko-Publikationen** mit 625 deutschen Forschern. Zudem haben die ausländischen Mütter der hier untersuchten Unternehmen im gleichen Betrachtungszeitraum 650 Ko-Publikationen mit 819 in Deutschland ansässigen Partnern veröffentlicht, d. h. von allen Ko-Publikationen der betrachteten Unternehmen entfallen weit über die Hälfte (61 %) auf die Mütter.

---

[9] Der Maschinenbau hat – trotz seiner geringen Wissenschaftsbindung – eine besondere Attraktivität (vgl. Vieweg 2001). Dies wird dadurch deutlich, dass die saldierten Spezialisierungswerte der ausländischen Unternehmen zum Teil um mehr als das Doppelte über den positiven Spezialisierungen Deutschlands insgesamt liegen.

Aus der Differenz der Spezialisierung in Deutschland[10] einerseits und der Spezialisierung der Konzernpublikationen weltweit andererseits sowie dem Muster Deutschlands ergibt sich folgendes Bild (Abb. 7-5):

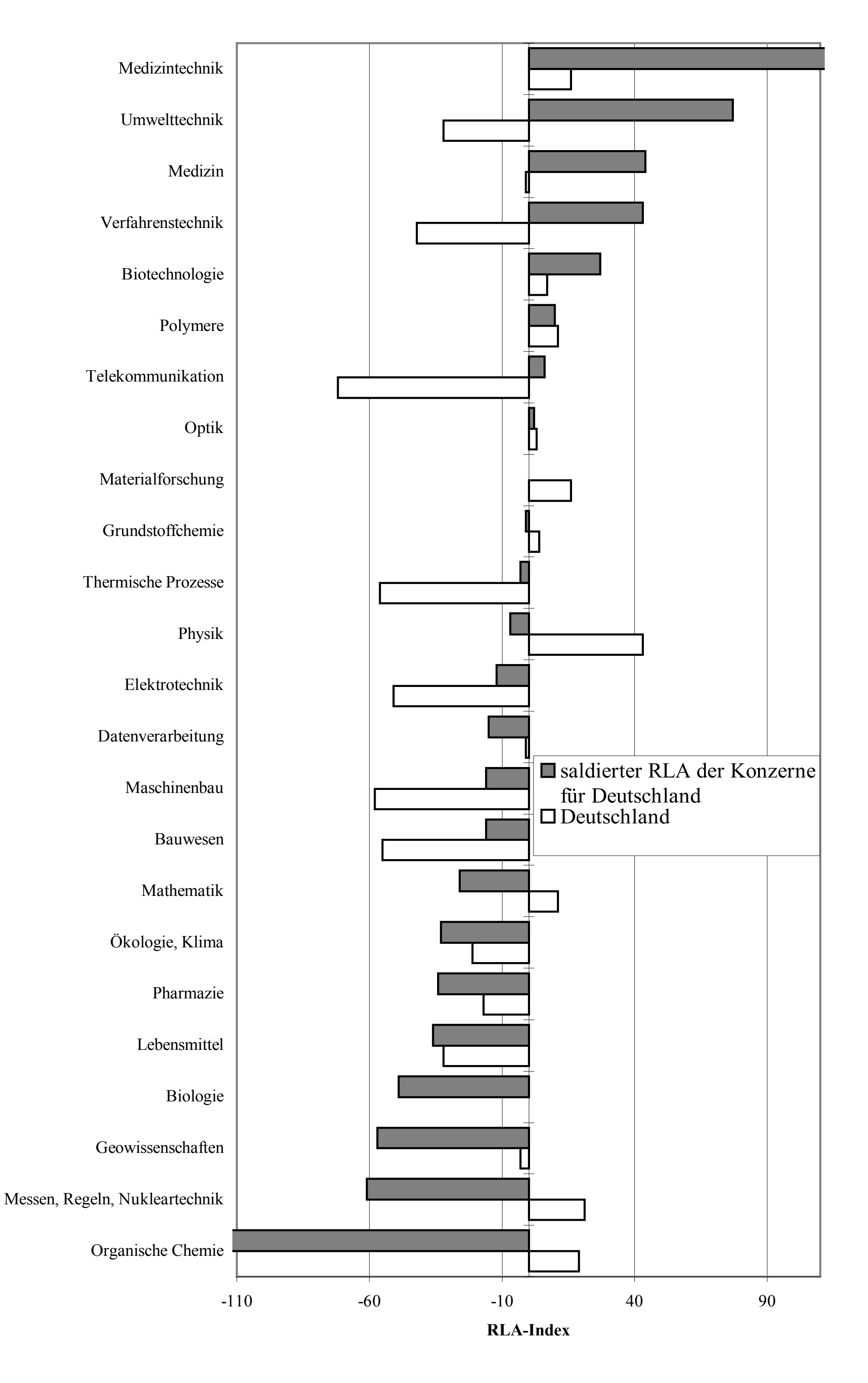
- Deutschland ist in der **Medizintechnik**, der **Prozesstechnik** (Umwelt- und Verfahrenstechnik), der **Medizin** und der **Biotechnologie** ein **besonders attraktiver** Forschungsstandort für grundlagenorientierte Arbeiten der betrachteten internationalen Unternehmen.
- In den Feldern der Verfahrens- bzw. Umwelttechnik sind diese sogar entgegen einer unterdurchschnittlichen Aktivität Deutschlands insgesamt positiv spezialisiert.
- Auffallend ist auch der positive Wert in der Telekommunikation bei sehr negativer Spezialisierung von Deutschland insgesamt.
- **Wenig** bis nicht **aktiv** sind die ausländischen Konzerne in Deutschland in den Feldern Lebensmittel, Pharmazie, Datenverarbeitung, Organische Chemie sowie Mess- und Regeltechnik; in den letzten beiden Teilgebieten gar entgegen einer positiven deutschen Spezialisierung.

Die **Analyse der Kooperationspartner** ergibt, dass die ausländische Forschung in Deutschland mit der heimischen Industrie hoch vernetzt ist. Industriekooperationen werden als ein wesentlicher Kanal internationalen Wissenstransfers betrachtet. Die Kooperationspartner stammen bei den Töchtern zu 15,2 % aus der Industrie, bei den Müttern zu 18,9 %. In den techniknahen Gebieten liegen diese Werte bei 18,5 bzw. 23,2 %. Diese Werte sind gemessen am üblichen Anteil der Wirtschaftsunternehmen am Publikationsgeschehen in Deutschland von unter 6 % über alle Gebiete und ca. 9 % in den techniknahen Gebieten (Schmoch 2002) als sehr hoch einzuschätzen. Dies gilt insbesondere auch für die direkten Kooperationen mit den zentralen FuE-Abteilungen im Ausland, da die Anteilswerte der Industrie hier noch höher liegen. Die internationale Kooperation der Unternehmen ist ganz besonders ausgeprägt im Bereich der Elektrotechnik/Elektronik (Telekommunikation über 34 %) sowie der Prozesstechnik (Verfahrens- und Umwelttechnik). In der Chemie und bei den Prozessen fällt auf, dass in zwei Feldern mit starker Präsenz ausländischer Firmen, Biotechnologie und Medizintechnik, die Kooperationen mit der Industrie schwach ausgeprägt sind (6,5 bzw. 4,5 %). Kooperationspartner werden hier also stärker in der öffentlichen Forschung gesucht.

Interpretationswürdig sind schließlich die sehr starken Aktivitäten der ausländischen Konzernmütter in Deutschland. Damit wird eine gängige These relativiert, wonach die Aktivitäten ausländischer FuE-Einheiten vor Ort häufig vor allem dazu dienten, Zugang zu den führenden Experten am Standort zu erlangen. In der grundlagenorientierten Forschung wird jedoch offensichtlich in vielen Fällen die direkte Zusammenarbeit zwischen deutschen Forschern und der ausländischen, zentralen Konzernforschung bevorzugt. Zudem zeigt sich, dass die Konzernmütter für die marktferne, konzeptionell orientierte Forschung einen sehr direkten Ansatz der internationalen Forschungskooperation verfolgen.

[10] Darunter fallen die Alleinpublikationen der Töchter sowie alle Ko-Publikationen der Töchter und der ausländischen Mütter mit deutschen Partnern.

Abb. 7-5: Saldierte Deutschlandspezialisierung der Konzerne [11] versus Spezialisierung Deutschland insgesamt



Quelle: SCI - Berechnungen des Fraunhofer ISI.

---

[22] Definiert als Differenz der Spezialisierung der (Ko-)Publikationen der Konzernmütter und –töchter in Deutschland einerseits und der Spezialisierung der Konzerne global. RLA bedeutet relativer Literaturanteil.

Vergleich der marktnahen mit der wissenschaftsnahen FuE ausländischer Unternehmen in Deutschland

Eine **Gegenüberstellung** der Ergebnisse der Patentanalyse (für Marktnähe) und der Publikationsrecherche (für Wissenschaftsnähe) zeigt, dass die ausländische industrielle Forschung in Deutschland in Bereichen der unmittelbaren Marktrelevanz stärker ist als in Bereichen der Grundlagenforschung.

- Sowohl in der wissenschaftlichen als auch in der marktorientierten FuE gleichermaßen stark engagiert sind die ausländischen Unternehmen in der **Biotechnologie** und in der **Umwelttechnik**.
- Die ausländischen Aktivitäten in der **Umwelttechnik** gehen mit einer eindeutigen Stärke Deutschlands bei marktorientierter FuE einher. Das heißt die **Attraktivität Deutschlands** ist hier **marktseitig** induziert. In der **Biotechnologie** dagegen ist es umgekehrt. Hier treffen die ausländischen Unternehmen auf eine **international hoch vernetzten Grundlagenforschung**, welche in vielen Bereichen unmittelbare Marktrelevanz hat.
- Eine **eindeutige Schwäche** in beiden Dimensionen ergibt sich für die Bereiche **Lebensmittelforschung, Datenverarbeitung** und **Elektrotechnik**.[12] Da die ausländischen Unternehmen auch in der Telekommunikation in der Forschung neutral bis schwach positiv spezialisiert sind, wird hier erneut für den gesamten Bereich der Elektronik/Elektrotechnik eine Schwäche Deutschlands offensichtlich.
- Attraktiv in den eher grundlagenorientierten Bereichen, aber **ohne marktorientierte Entsprechung**, ist Deutschland in den Feldern **Medizintechnik** und **Verfahrenstechnik**.
- In **Maschinenbau**, **Pharmazie** und **Organischer Chemie** konzentriert sich die Präsenz eindeutig auf **marktnahe FuE**. Insbesondere für den Maschinenbau entspricht dies der Stärke der anwendungsorientierten Forschung und des Lead-Marktes in Deutschland.

7.4 Schlussfolgerungen für den Wissensstandort Deutschland

In der Internationalisierung von FuE der letzten Jahre haben deutsche wie andere europäische und japanische Unternehmen ihren Rückstand gegenüber den USA verkürzt. Der Charakter des internationalen FuE-Standortes Deutschland hat sich gewandelt: Die Auslandsaktivitäten deutscher Unternehmen übersteigen die Aktivitäten ausländischer Unternehmen in Deutschland. Dennoch erweist sich die oft geäußerte Befürchtung von der „Auslagerung“ der FuE-Aktivitäten multinationaler Unternehmen aus Deutschland als unbegründet. Die Fähigkeit multinationaler Unternehmen, ihre Aktivitäten international zu organisieren, ist vielmehr als ein **wichtiger Wettbewerbsvorteil** zu sehen. Deshalb wird sich dieser Trend fortsetzen.

Die Internationalisierungsaktivitäten **deutscher Unternehmen** sind wie folgt charakterisiert:

- Deutsche Unternehmen sind insbesondere in den **wissenschaftsintensivsten Bereichen** (Biotechnologie, Pharmazie, Halbleiter und Organische Chemie) im Ausland stärker engagiert als im Inland. Angesichts der hohen Präsenz der ausländischen Unternehmen in Deutschland in diesen Bereichen (Ausnahme: Halbleiter!) zeugt dies jedoch eher von

[12] Darunter fallen hier Elektr. Energie, audiovisuelle Technik und Halbleiter.

einer breiten, wechselseitigen Internationalisierung als von einer Schwäche des Standortes Deutschland.

- Deutsche Unternehmen haben ihre **Auslandsaktivitäten** in allen Technikfeldern **mit Ausnahme der Telekommunikation** und der **audiovisuellen Technik vergrößert**.
- Die Unterschiede im **Grad der Internationalisierung** haben in den neunziger Jahren zwischen den Sektoren **zugenommen**. Am stärksten internationalisiert sind die Chemieunternehmen, am geringsten die Unternehmen des Fahrzeugbaus; der Maschinenbau zeigt – gemessen an den Patentdaten – abnehmende Auslandsquoten.
- Das Forschungsprofil deutscher Unternehmen im Ausland folgt immer stärker ihrem **heimischen Forschungsprofil** und stimmt dementsprechend nur in sehr geringem Ausmaß mit den Schwerpunkten der Zielländer überein.
- Wichtige Determinanten für Auslands-FuE sind die **Größe** und das generelle **Auslandsengagement** eines Unternehmens. Ein Großteil der Auslands-FuE dient der Anpassung von Produkten an Markterfordernisse und der technologische Abstimmung mit wichtigen Kunden.
- Die wesentliche Motivation, FuE in Deutschland zu belassen, liegt in Synergien mit anderen Unternehmensbereichen, der Nähe zu wichtigen Kunden und in den Größenvorteilen zentraler Forschungseinrichtungen. Die **Entscheidung** über den **FuE-Standort** ist im Wesentlichen **marktgetrieben.**

Forschungsaktivitäten **ausländischer Unternehmen** lassen sich wie folgt charakterisieren:

- Die **Attraktivität Deutschlands** als Forschungsstandort unterscheidet sich merklich zwischen Anwendungs- und Grundlagenorientierung: Die ausländischen Unternehmen betreiben viel stärker anwendungsorientierte Forschung.
- Zudem richten die Unternehmen ihre anwendungsorientierten Forschung stark nach den Chancen und **Bedürfnissen des deutschen Marktes** aus. Ihr Profil unterscheidet sich auffallend vom Forschungsprofil der Mütter im Ausland, entspricht dagegen stark dem Spezialisierungsprofil Deutschlands.
- Die anwendungsorientierte Forschung der ausländischen Unternehmen ist stark auf die Bereiche **Maschinenbau** und – merklich schwächer – **Chemie** konzentriert. Die Aktivitäten in der Chemie sind insbesondere in den wissensintensiven Bereichen (Biotechnologie, Pharma, Organische Chemie) ausgeprägt.
- Über die Felder der Chemie hinaus gibt es für Deutschland als Standort für anwendungsorientierte Forschung **keinen Zusammenhang** zwischen Wissenschaftsbindung und den Aktivitäten der ausländischen Unternehmen.

Eine Entkopplung der internationalen FuE-Standorte von den dynamischen Hochtechnologiemärkten und den Standorten der Produktion innovativer Güter sowie der damit verbundenen Dienstleistungen ist nicht zu beobachten: Der Trend geht dahin, dass die Unternehmen die weltweite Verantwortung für FuE **und** für die Produktion meist spartenweise jeweils an einem Standort konzentrieren. Hochwertige Marktnachfrage, intensiver Wettbewerb, günstige Produktionsbedingungen und Forschungskompetenz müssen zusammentreffen. Dort, wo all diese Lead-Markt-Eigenschaften gegeben sind – bspw. in der Automobilindustrie – gewinnt Deutschland derzeit an Attraktivität für FuE.

Politische Rahmenbedingungen sind keine leitenden Motive bei FuE-Standortentscheidungen. Eine Politik für den Innovationsstandort Deutschland sollte daher auf mehr als nur die

unmittelbaren Forschungsbedingungen der Unternehmen gerichtet sein. Es sind **alle** innovationsrelevanten **Rahmenbedingungen** auf den Prüfstand zu stellen und daraufhin auszuleuchten, ob sie Innovationen (auch Zukunft) und internationalen Investitionen Impulse geben oder im Wege stehen.

8 Wissensdiffusion durch Normung

8.1 Normung als Wettbewerbsvorteil

Das „Innovationssystem“ hat nicht nur Innovationen zu stimulieren, sondern auch deren effiziente Diffusion zu gewährleisten. Vielfach wird die Diffusion mit einzelnen, für das jeweilige Sachgebiet isoliert definierte Indikatoren gemessen. Dies ist gängig. Als Diffusionsindikatoren werden bspw. Telefonanschlüsse, verkaufte CDs (als Leitindikator für Multimediaanwendungen) und vieles mehr ins Auge gefasst.

Ein „generalisierender“ Ansatz besteht darin, die Diffusionsprozesse mit Hilfe von Normen zu messen.[1] Die Normung eines Produktes kann als ein vorläufiger Abschluss des Innovationsprozesses angesehen werden. Zum Zeitpunkt der Normung kristallisiert sich heraus, ob ein Produkt oder eine Technologie Verbreitung findet. Der Normungsmechanismus führt zu weiteren Produktverbesserungen durch standardisierte Qualität, Schnittstellen zu ökonomisch kompatiblen Produkten oder zur Massenproduktion. Denn zur Verbreitung neuer Ideen, Produkte und Technologie ist neben privaten Vermarktungsstrategien die Normung durch staatlich anerkannte Normungsinstitutionen, wie dem DIN, geeignet. Die Erarbeitung von Normen und das Setzen technischer Regeln durch staatlich legitimierte Institutionen stellt damit ein wesentliches Element der technisch-ökonomischen Infrastruktur dar. Durch den offenen Prozess, an dem diverse wirtschaftliche und gesellschaftliche Gruppen teilnehmen können, findet **Wissensdiffusion** statt.

Definitionen

Nach DIN-EN 45020, der Norm für allgemeine Fachausdrücke und deren Definitionen betreffend Normung, handelt es sich bei einem **normativen Dokument** um ein „Dokument, das Regeln, Leitlinien oder Merkmale für Tätigkeiten oder deren Ergebnisse festlegt“, während eine **Norm** definiert ist als ein „Dokument, das mit Konsens erstellt und von einer anerkannten Institution angenommen wurde und das für die allgemeine und wiederkehrende Anwendung Regeln, Leitlinien oder Merkmale für Tätigkeiten oder deren Ergebnisse festgelegt, wobei ein optimaler Ordnungsgrad in einem gegebenen Zusammenhang angestrebt wird.“

Zur Vervollständigung der Begriffsdefinitionen soll auch die Definition von **Vornormen** erwähnt werden. In derselben Norm DIN-EN 45020 wird Vornorm als „Dokument, das von einer normenschaffenden Institution vorläufig angenommen wurde und der Öffentlichkeit zugänglich ist, damit durch seine Anwendung die notwendige Erfahrung gesammelt wird, die dann die Grundlage einer Norm bildet.“ Zur Vornorm wird in der DIN Norm 820 (Teil 4) weiter ausgeführt, dass „Vornormen sich mit Gegenständen [befassen], die normungswürdig sind. Daran knüpft sich die Erwartung, dass Vornormen zum geeigneten Zeitpunkt und nach notwendigen Veränderungen nach dem üblichen Verfahren in eine Norm überführt oder ersatz-

[1] Vgl. Grupp, Legler u. a. (2000).

los zurückgezogen werden.“ Diese Definition macht die grundsätzliche Scharnierfunktion des Normungsprozesses zwischen Innovation und Diffusion deutlich.

Begrifflich sind von der gegebenen Normen- und Vornormendefinition **technische Produkt-Spezifikationen** bzw. **Werknormen** zu unterscheiden, da letztere lediglich unternehmensintern gelten. Sie können sich jedoch am Markt durchsetzen und zu **Firmen- und Industrie-Standards** entwickeln, ohne einen formalen Prozess in öffentlich anerkannten Normungsinstitutionen zu durchlaufen. Sie können aber auch Eingang in brancheninterne Regelungsverfahren finden und werden dann als **Branchen-Standard** bezeichnet. **Technische Produkt-Spezifikationen** bzw. **Werknormen** bahnen sich aber auch den Weg in das Normungsverfahren nach DIN 820 beim DIN und werden als DIN-Normen publiziert, die anerkannte Regeln der Technik darstellen sollen.[2]

Institutionen

Das institutionelle Gefüge technischer Regelsetzung ist sowohl innerhalb einer regionalen Ebene als auch zwischen regionalen Ebenen äußerst komplex. Wie in anderen Ländern ist auch in Deutschland eine Vielzahl von Organisationen mit der Erstellung und Verbreitung technischer Regeln in Form von Normen, Richtlinien oder Arbeitsblättern befasst. Aufgrund der Fokussierung auf die vom DIN herausgegebenen Dokumente, die sowohl quantitativ den Großteil an Dokumenten darstellen als auch qualitativ die höchste technische und ökonomische Bedeutung haben, wird im Folgenden nur auf die **europäischen Normung** und ihre **vertikale** Beziehung zur nationalen Ebene eingegangen. Dieser Einschub erfolgt vor dem Hintergrund, dass die vertikalen institutionellen Verbindungen der verschiedenen regionalen Ebenen im Hinblick auf die Eignung von Normen als Indikatoren für die Diffusion von Technologie wichtig sind. Die europäische Normung hat für die Analyse der nationalen Normen und die daraus abgeleiteten Normenindikatoren eine grundsätzliche Bedeutung. Auf nationaler Ebene wird durch den hierarchischen Aufbau und die Koordinierungsfunktion des DIN prinzipiell Doppelarbeit vermieden.[3]

Das Verhältnis von nationaler zu europäischer Normung ist dadurch gekennzeichnet, dass ein Zwang zur Übernahme europäischer Normen in den nationalen Normenkatalog besteht. Dies führt jedoch zu inhaltlichen Verzerrungen, da nicht unbedingt technologische Notwendigkeiten bzw. Interessen für die übernommenen Normen vorliegen. Über Vorgängerdokumente kann nur bedingt identifiziert werden, ob hinter bestimmten europäischen Normen nationale Initiativen liegen. Durch die Superiorität europäischer Normungsprojekte können jedoch originär nationale Normungsprojekte verhindert werden. Wird ein europäisches Interesse festgestellt, dann wird der Normungsprozess auf europäischer Ebene fortgesetzt.

---

[2] Nicht Gegenstand der Analyse sind andere „Technische Regeln“, die aus dem Regelwerk aller anderen anerkannten privatrechtlichen Regelhersteller stammen.

[3] Das DIN hat auf nationaler Ebene nur eine fokussierende Funktion, jedoch ist für andere nationale Institutionen der Zugang zu europäischen Normungsinstitutionen nur über das DIN möglich. Auf diesem Wege kommt dem DIN letztlich doch eine formelle Koordinierungsfunktion zu.

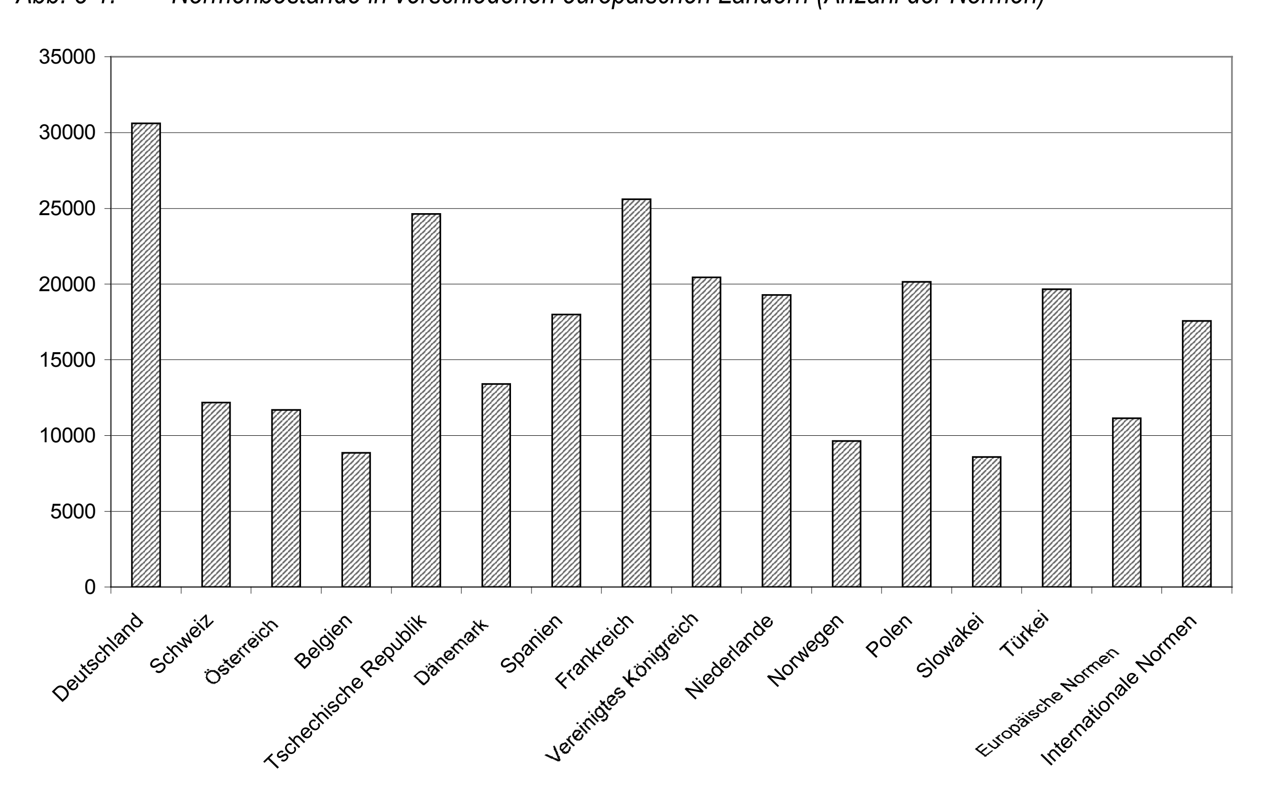
Internationale Normenklassifikation ICS

Die Normungsprozesse in den nationalen und internationalen Normungsinstitutionen werden in der Regel in Normen- und Arbeitsausschüssen, die nach fachlichen Kriterien differenziert sind, durchgeführt. In der Vergangenheit wurden die publizierten Normungsdokumente nach den Bezeichnungen der Normenausschüsse bzw. technischen Komitees bezeichnet. Seit 1992 liegt mit der International Classification for Standards (ICS) eine Spezialklassifikation für Normen und technische Regeln vor. In internationaler Zusammenarbeit unter Federführung der ISO ausgearbeitet hat die ICS für alle Informationen im Umfeld von Normen trotz ihres lediglich empfehlenden Charakters eine herausragende Bedeutung erlangt. Die ICS ist ein speziell für die Klassifizierung von Normen, technischen Regeln sowie technisch relevanten Rechtssetzungen konzipiertes Ordnungssystem und wird halbjährlich aktualisiert.

8.2 Normenpublikationen und Normenbestände in Deutschland und Europa

Im Gegensatz zu den Patentdatenbanken enthält die Grundversion der einzigen verfügbaren Normendatenbank PERINORM – gemeinsam herausgegeben vom deutschen, französischen und britischen Normungsinstitut – die Normenwerke von lediglich 14 europäischen Ländern und die europäischen und internationalen Normen. In Abb. 8-1 sind die aktuellen Normenbestände dieser Länder dargestellt. Im Vergleich dazu auch noch die Bestände an europäischen und internationalen Normen. Deutschland hat mit einem gewissen Abstand zu Frankreich den **höchsten Normenbestand**. Sieht man von den beiden osteuropäischen Ländern der Tschechischen Republik und Polen ab, folgt das Großbritannien auf dem dritten Platz innerhalb der EU.

Abb. 8-1: Normenbestände in verschiedenen europäischen Ländern (Anzahl der Normen)



Quelle: PERINORM, Berechnungen FhG-ISI.

Abb. 8-2: Entwicklung des jährlichen Normenoutputs in ausgewählten Ländern und Europa insgesamt (Anzahl der jährlichen Normenpublikationen)

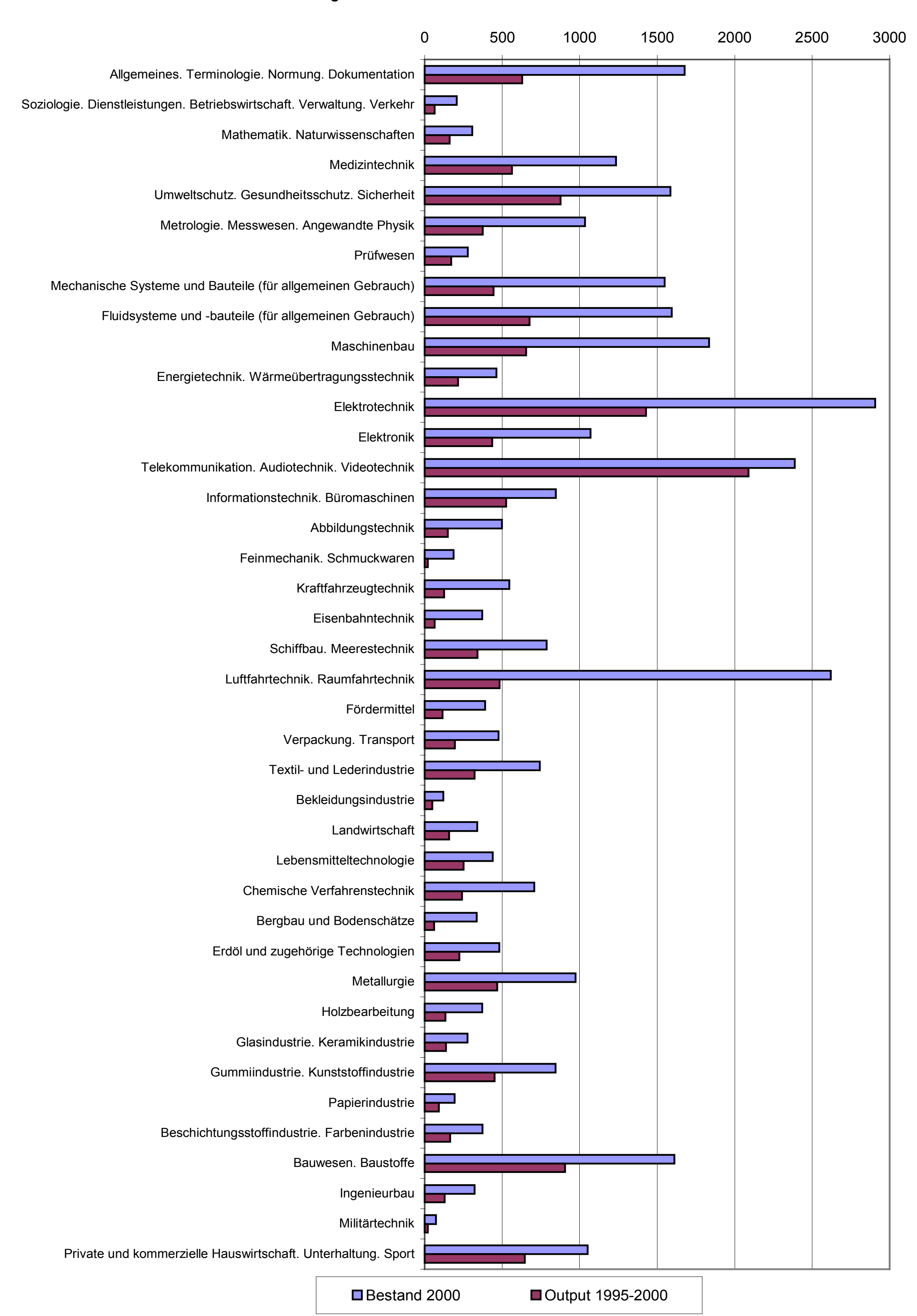
Quelle: PERINORM, Berechnungen FhG-ISI.

Betrachtet man den Bestand an europäischen Normen, der obligatorisch in das jeweilige nationale Normenwerk übertragen werden muss, dann zeigt sich, dass die eigenen nationalen Normungsbemühungen in vielen Ländern inzwischen sehr gering sind. In Abb. 8-2 ist der **jährliche Normenoutput** in Deutschland, Frankreich und Großbritannien im Vergleich zur Publikation europäischer Normen abgebildet. Während sich die Aktivitäten in Frankreich und Großbritannien zahlenmäßig inzwischen an die europäischen Aktivitäten angenähert haben, hat sich Deutschland einen stabilen Anteil an nationalen Aktivitäten bewahrt.

Die umfangreichsten Normenbestände finden sich in der „Elektrotechnik", der „Telekommunikation" und in der „Luft- und Raumfahrttechnik" (Abb. 8-3). Dann folgen für den Maschinenbau relevante Bereiche, der „Umwelt-, Gesundheitsschutz" und „Allgemeines". Betrachtet man den Output aus den Jahren 1995-2000, dann sind die beiden eng miteinander verbundenen Teilbereiche „Telekommunikation" und „Elektrotechnik" mit weitem Abstand führend, gefolgt vom „Umwelt-, Gesundheitsschutz" und dem „Bauwesen". Die Dominanz dieser Bereiche findet sich praktisch 1:1 auch bei den europäischen Normenpublikationen und -beständen wieder. Eine Erklärung dafür ist die obligatorische Übernahme der europäischen Normen in das nationale Normenwerk.

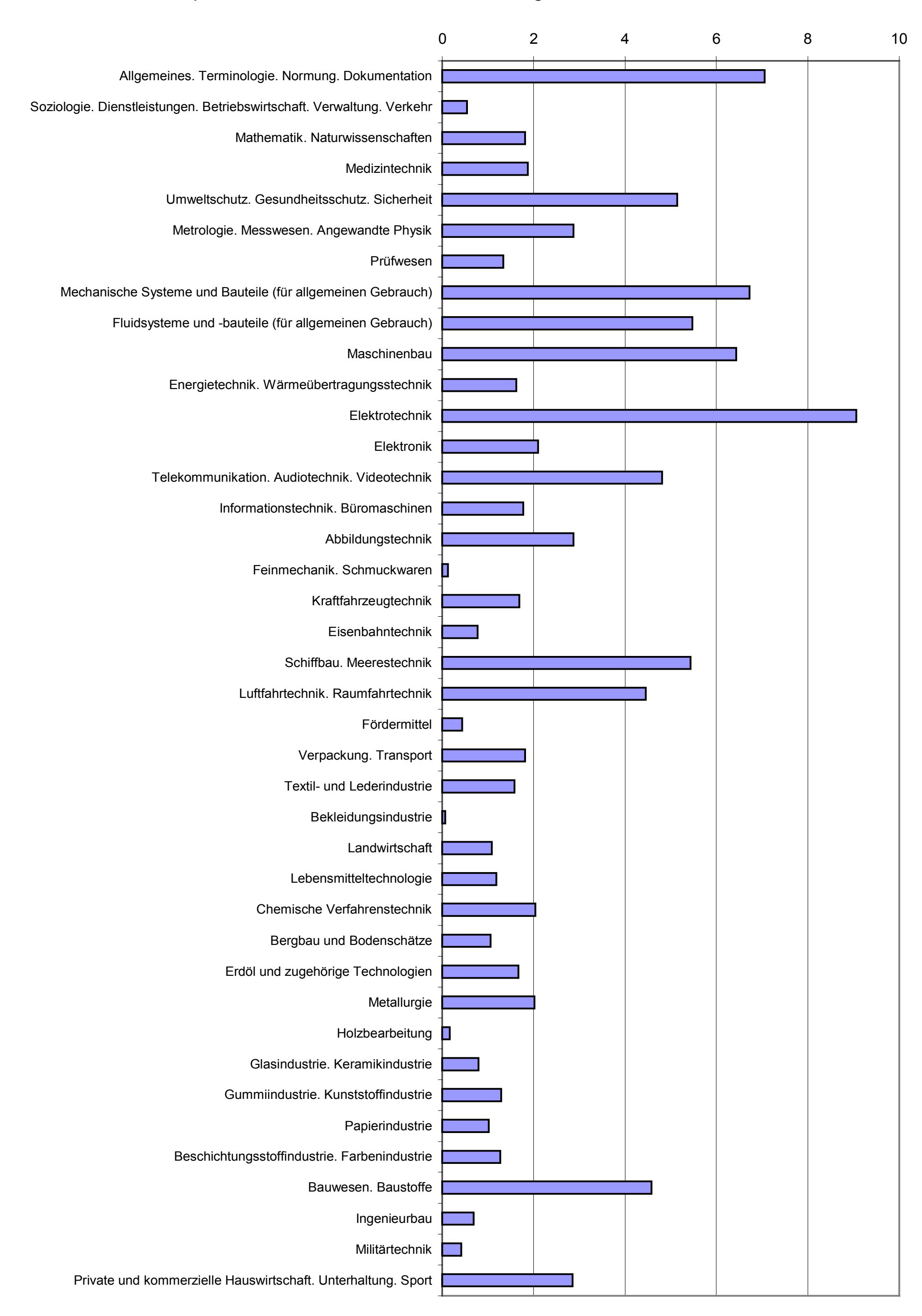
Durch den Abgleich zwischen dem nationalen Normenoutput und den europäischen Normungsaktivitäten ergibt sich eine Möglichkeit, das originär nationale Profil zu bestimmen. Die Überlegung, die hinter diesem Ansatz steht, greift die Tatsache auf, dass zwar die europäischen Normen in das nationale Normenwerk übernommen werden müssen, jedoch im Betrachtungszeitraum von 1995-2000 in Deutschland zusätzlich zu den über 10.000 Dokumenten, die auf europäischer Ebene publiziert wurden, über 5.000 weitere Normen publiziert

Abb. 8-3: Deutsche Normenbestände 2000 und Anzahl der von 1995 bis 2000 veröffentlichten deutschen Normen nach ICS-Sachgebieten



Quelle: PERINORM, Berechnungen FhG-ISI.

Abb. 8-4: Abweichungsindex[4] zwischen den in den Jahren 1995 bis 2000 veröffentlichten nationalen und europäischen Normen nach ICS-Sachgebieten



Quelle: PERINORM, Berechnungen FhG-ISI.

---

4 Der Abweichungsindex ist definiert als die Differenz zwischen dem gesamten nationalen und dem europäischen Output in einem ICS-Sachgebiet dividiert durch die Differenz der jeweiligen Summen im Gesamtgebiet und multipliziert mit 100. Der Wertebereich liegt zwischen 0 und (theoretisch) 100; bei Gleichverteilung über alle Gebiete würden sich Indexwerte von etwa 3 ergeben.

wurden. Nun lassen sich aus der Berechnung der Differenzen in den jeweiligen Sachgebieten Schwerpunkte identifizieren, in denen Deutschland über das europäische Niveau hinaus einen sehr starken Normenbedarf hat.

In Abb. 8-4 ist das Profil des Abweichungsindexes dargestellt, dabei deuten hohe Werte auf ausgeprägte **nationale Normungsschwerpunkte** hin. Während bei Werten nahe Null in Deutschland keine signifikanten nationalen Aktivitäten auszumachen sind. Als eindeutige nationale Normungsschwerpunkte sind neben den „allgemeinen“ Normen die „Elektrotechnik“, die „Mechanischen Systeme“, der „Maschinenbau“ zu identifizieren. Dagegen gehen in den Hochtechnologiebereichen „Medizintechnik“, „Elektronik“ und „Informationstechnik“ die nationalen Aktivitäten nur in sehr geringem Ausmaß über die europäischen Normen hinaus.

Das deutsche Innovationssystem scheint im Zuge der Europäisierung des Normungssystems weiterhin ein Bedürfnis nach Beschleunigung der Diffusion von mechanischer und maschinenbaulicher Technik zu haben – was den **traditionellen Stärken** im Leistungsprofil entspricht (vgl. Kapitel 4). Für die Kraftfahrzeug- und die chemische Technik, weitere deutsche Stärken, gilt dies nicht. Zu weit scheinen hier wegen der Globalisierung die Kompatibilitätsanforderungen auf supranationale Ebenen übergegangen zu sein. Genauere Aufklärung verspricht eine systematische Gegenüberstellung der Normungs- mit den Inventionsaktivitäten.

8.3 Zusammenhang zwischen Innovations- und Diffusionssystem

Die Untersuchung greift auf eine Konkordanz zwischen den Normenklassifikation ICS und der internationalen Patentklassifikation IPC zurück.[5] Dabei ist anzumerken, dass die generellen Bereiche der Normenklassifikation aufgrund fehlender Entsprechungen in der Patentklassifikation nicht berücksichtigt werden können. Ferner werden die Bereiche des Mess- und Prüfwesens aufgrund von Abgrenzungsproblemen in eine Kategorie integriert. Schließlich wird der pharmazeutische Bereich, der grundsätzlich sehr wenig Normen produziert, auf der anderen Seite aber sehr patentintensiv ist, aufgrund der quasi nicht vorhandenen Verbindung in der Konkordanz nicht weiter berücksichtigt.

Um die Diffusion des vom nationalen Innovationssystem produzierten technologischen Wissens in das nationale Normenwerk auf aggregiertem Niveau feststellen zu können, wird der Output des deutschen Innovationssystems anhand zweier Ansätze erfasst. In einem ersten breiten Ansatz werden die deutschen Patentanmeldungen am DPMA und am EPA herangezogen, während in einem zweiten Analyseschritt lediglich die Teilmenge der Anmeldungen am EPA betrachtet wird, hinter welchen aufgrund der höheren Anmeldekosten für die Anmelder auch ein höherer ökonomischer Erwartungswert steht.

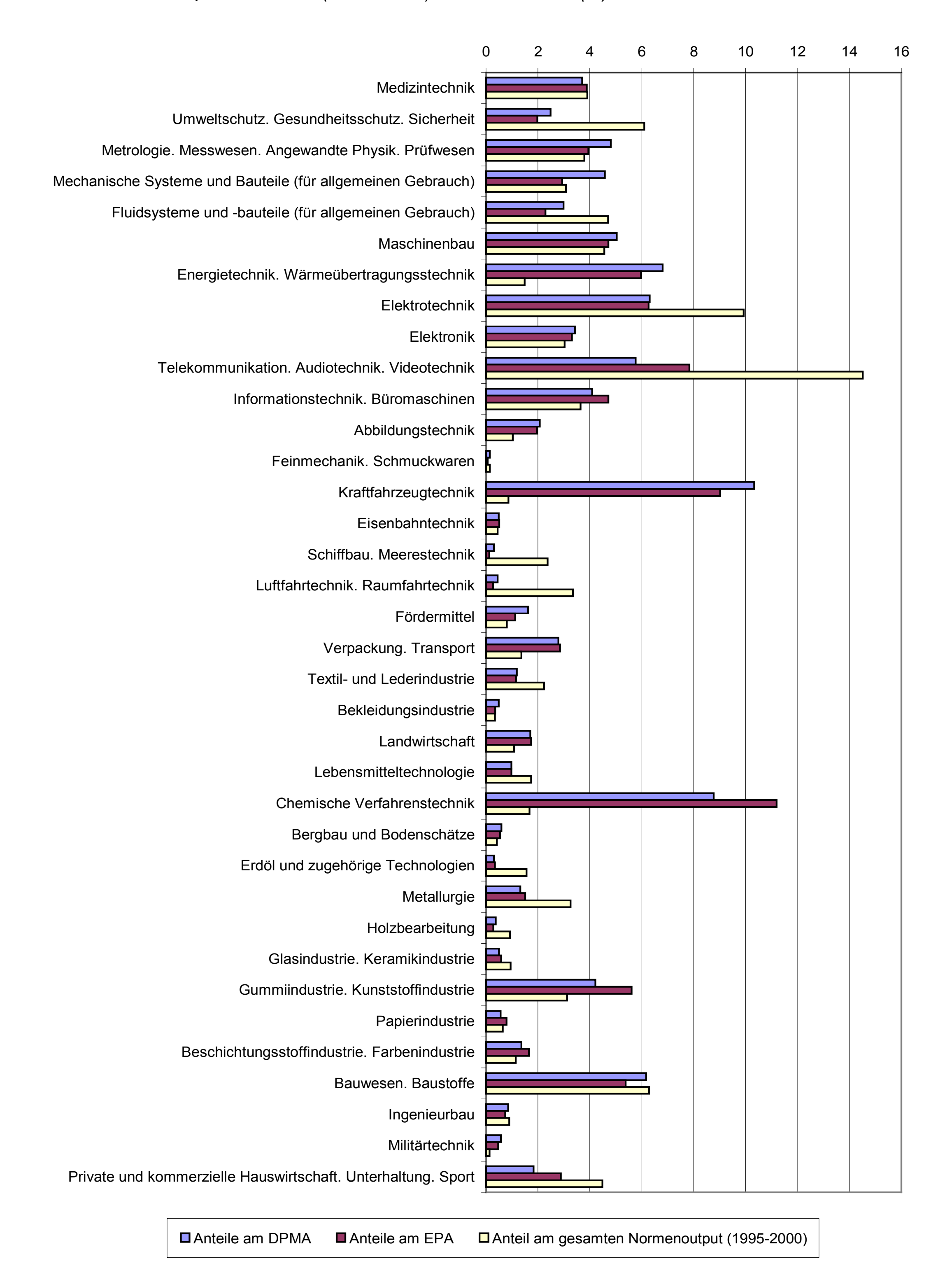
Grundsätzlich belaufen sich die Patentanmeldungen in den zugeordneten ICS-Sachgebieten im Jahre 1999 auf insgesamt knapp 38.000, wobei etwas mehr als die Hälfte auch am europäischen Patentamt registriert wurde. In Abb. 8-5 sind die Verteilungen der beiden Summen auf die ICS-Sachgebiete abgebildet. Als die beiden Sachgebiete mit den höchsten Anmelde-

---

[5] Blind, Grupp (2000).

zahlen ragen die „Kraftfahrzeugtechnik“ und die „Chemische Verfahrenstechnik“ hervor, wobei letztere stärker am EPA vertreten ist. Grundsätzlich gleichen sich jedoch die Profile der Gesamtverteilung und der Verteilung am europäischen Amt sehr stark.

Abb. 8-5: Verteilung der deutschen Patentanmeldungen (1997-1999) am Deutschen Patent- und Markenamt und am Europäischen Patentamt (gesamt), am Europäischen Patentamt (separat) und der Normenpublikationen (1995-2000) in Deutschland (%)



Quelle: PATDPA, EPAT, PERINORM, Berechnungen FhG-ISI.

Zum Vergleich ist in Abb. 8-5 auch die Verteilung der fast 15.000 Normenpublikationen in Deutschland aus den Jahren 1995-2000 dokumentiert. Der gesamte Normenoutput korreliert sowohl mit den gesamten deutschen Patentanmeldungen als auch der Teilmenge der europäischen Anmeldungen signifikant positiv. Jedoch fallen in den netzwerkbasierten Technikfeldern „Elektrotechnik“ und „Telekommunikation“ die **starken Normenschwerpunkte** auf, die sich im Patentaufkommen nicht entsprechend widerspiegeln. Ein weiterer Schwerpunkt der Normung liegt im „Umwelt- und Gesundheitsschutz“, wo Normen im Zusammenspiel mit den gesetzlichen Regelungen eine wichtige **staatsentlastende Funktion** einnehmen. Im Vergleich zum Patentaufkommen sind die beiden Bereiche „Kraftfahrzeugtechnik“ und „Chemische Verfahrenstechnik“ stark unterrepräsentiert. Bereiche mit einer hohen Patentintensität zeichnen sich durch einen unterdurchschnittlichen Normungsoutput aus, weil die Vielzahl der vorhandenen intellektuellen Eigentumsrechte Normungsprozesse verzögern oder gar völlig zum Scheitern bringen.[6]

Auch der Abweichungsindex steht grundsätzlich in einem engen Zusammenhang mit der Verteilung der Patentanmeldungen. Überraschend ist jedoch, dass die publizierten europäischen Normen signifikant mit dem deutschen Patentierungsprofil korrelieren. Dies muss als ein Hinweis dafür gewertet werden, dass die europäischen Normungsaktivitäten von den **deutschen Interessenschwerpunkten mitgeprägt** werden, was sich auch an den zahlreichen deutschen Sekretariaten unter den europäischen technischen Normungskomitees ablesen lässt.[7]

Vergegenwärtigt man sich, dass in diesem Analyseschritt zwei völlig verschiedene Klassifikationen von einem Indikator, der den nationalen Output an proprietärem technischen Wissen repräsentiert, und einer Maßzahl, die das Endergebnis komplizierter und langwieriger Konsensprozesse unter Einbezug verschiedener Akteursgruppen (u. a. Verbraucherverbände) – auch beeinflusst von kulturellen und sozialen Präferenzen – beschreibt, in eine konkordante Zuordnung überführt wurde, dann bestätigen die Ergebnisse für die Aggregate die Hypothese, dass Normen als Indikatoren für die **Diffusion** des generierten technologischen Wissens genutzt werden können.

8.4 Schlussfolgerungen für die Innovationsdiffusion in Deutschland

Die jüngste Diffusionsforschung hat auf die erheblich gesamtwirtschaftliche Wirkung des Standardisierungsprozesses hingewiesen. Das deutsche Normenwesen hat sich in der Tat den Bedürfnissen des technischen Wandels adäquat anpasst, weil die **Lebensdauer**[8] der Normen in Gebieten mit steigender Dynamik des technischen Wandels (viele Patente) sinkt. Das **gesamtwirtschaftliche Wachstum Deutschlands** in den letzten vierzig Jahren ist mindestens genau so stark durch die Diffusion von Innovationen stimuliert worden, wie durch Erfindungen und den Einbezug von Wissen aus dem Ausland (über Lizenzierung). Zwar ist schon lange bekannt, dass grob gesprochen die Hälfte des Wirtschaftswachstums auf den

[6] Vgl. Farrell (1999) sowie Blind (2001).

[7] Vgl. DIN (2000). Das Sekretariat eines technischen Normungskomitees wird auf europäischer Ebene i. d. R. von dem nationalen Normungsinstitut gestellt, das ein vordringliches Interesse an dem entsprechenden Normungsbereich hat.

[8] Unter Lebensdauer versteht man die Zeitspanne zwischen Ausgabe und Rücknahme einer Norm (Blind, Grupp 2000).

technischen Fortschritt zurückzuführen ist.[9] An dieser Hälfte hat die Diffusion von Innovationen über Standardisierung einen maßgeblichen Anteil. Allerdings haben sich die Anteile verschoben:

- In den 1960er und 1970er Jahren erklärte die Diffusion zwei Drittel bis die Hälfte des technologischen Wachstums (früheres Bundesgebiet).
- Ab der zweiten Hälfte der 1980er Jahre war die Lizenznahme der bestimmende Wachstumsfaktor in Westdeutschland.
- In den 1990er Jahren nimmt die Bedeutung der Patentierung und Normung (ein Viertel am innovativen Wachstum) neben der Lizenzierung anteilsmäßig wieder zu – allerdings bei kleineren Wachstumsraten.

Das deutsche Normenprofil steht in einem engen Zusammenhang mit seiner technologischen Ausrichtung, was die Ausgangshypothese der Untersuchung bestätigt. Aus innovationspolitischer Sicht sollte der Optimierung dieser **Schnittstelle** zwischen Inventions- und Normungssystem eine größere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Denn durch den Transfer der Ergebnisse von Forschungsprojekten in die Normungsprozesse können signifikante Diffusionseffekte erreicht werden, die das **gesamtwirtschaftliche Wachstum** nachhaltig unterstützen.

Der internationalen Verbreiterung von Standards wird zugeschrieben, exporterleichternd zu wirken. Querschnittsanalysen der wichtigsten bilateralen Handelsbeziehungen Mitte der 1990er Jahre ergeben jedoch, dass die Normenbestände nur bedingt ein Erklärungsfaktor für die Außenhandelsstruktur sind. In einem Drittel der ICS-Sachgruppen stehen Normen in einem positiven Zusammenhang mit Außenhandelsüberschüssen von Warengruppen; in der Mehrheit der Sektoren liegen zwar keine signifikant positiven, aber auch keine negativen Zusammenhänge vor. Internationale Normen tragen stärker als nationale Normen zur **Förderung des intra-industriellen** Handels bei. Aus diesen Ergebnissen lässt sich folgern, dass sich die deutschen Unternehmen verstärkt in die europäische und internationale Normung einbringen müssen, um ihre internationale Wettbewerbsfähigkeit zu steigern.

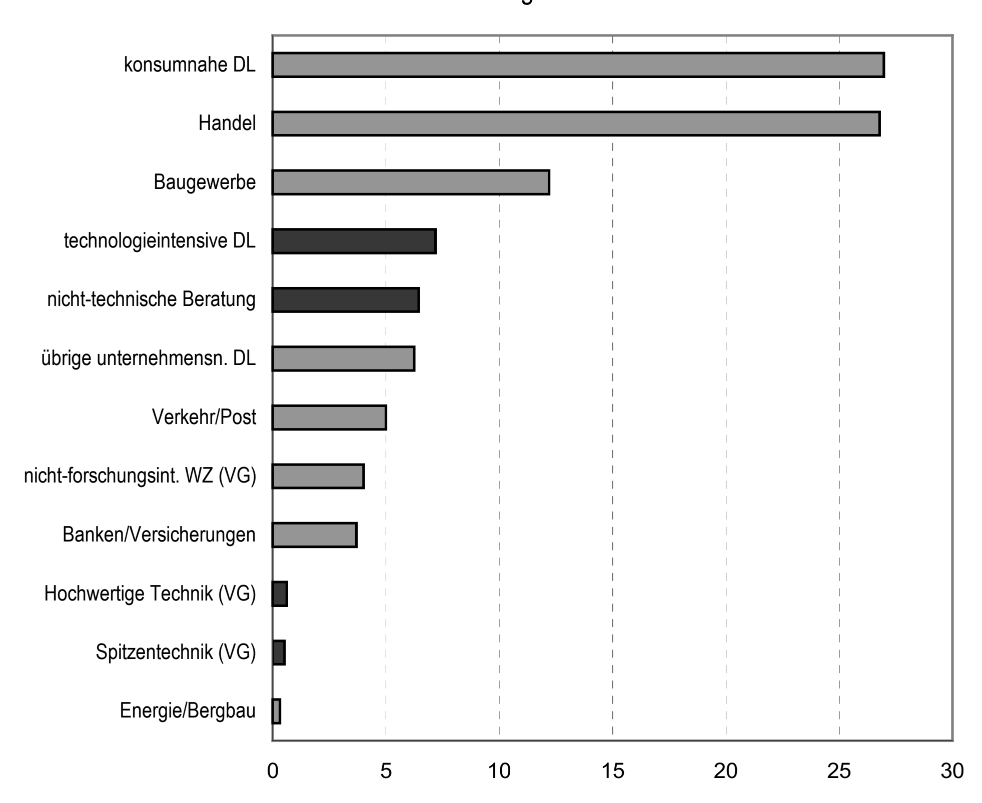
[9] Üblicherweise wird in der „Wachstumsbuchhaltung“ der technische Fortschritt als Trend- oder Residualvariable modelliert. Unseren Überlegungen liegen drei Fortschrittsquellen zu Grunde: Patente für den FuE-Output, Normen für die Diffusion von Innovationen und Lizenzzahlungen an das Ausland für den Fremdbezug von Technologie (Blind, Grupp 2000).

9 Gründungen und akademische Spin-offs

9.1 Unternehmensgründungen im forschungs- und wissensintensiven Sektor

Unternehmensgründungen stellen Vorboten des Strukturwandels und der wirtschaftlichen Dynamik dar. Obwohl der Strukturwandel momentan zu Gunsten der Spitzentechnik verläuft (Kapitel Aktuelle Entwicklungen), bleibt in der **forschungsintensiven Industrie** die Gründungsdynamik weiter verhalten. Dieser Sektor, der zwar nur 1,1 % aller Gründungen ausmacht (zum Vergleich: technologieorientierte wissensintensive Dienstleistungen: 15 %; Abb. 9-1), von dem aber wesentliche Impulse für die künftige industrielle und technologische Entwicklung erwartet werden, weist seit Mitte der 1990er Jahre sogar eine Abnahme der Gründungszahlen um beinahe 20 % auf. Insofern unterscheidet sich das Gründungsverhalten dort im Aggregat gar nicht von dem in den weniger forschungsintensiven Branchen der Verarbeitenden Industrie. Verantwortlich für die schwache Dynamik ist der Sektor „Hochwertige Technologie“, in der die Zahl der Gründungen im Jahr 2000 nur mehr 70 % des Niveaus von 1995 erreichten (Abb. 9-2). In der Spitzentechnologie weist die Entwicklung weniger steil nach unten. Von einem Gründungsboom in der Spitzentechnologischen Industrie kann jedenfalls nicht gesprochen werden. Dies ist mit Blick auf die Wachstumsdynamik eher enttäuschend.

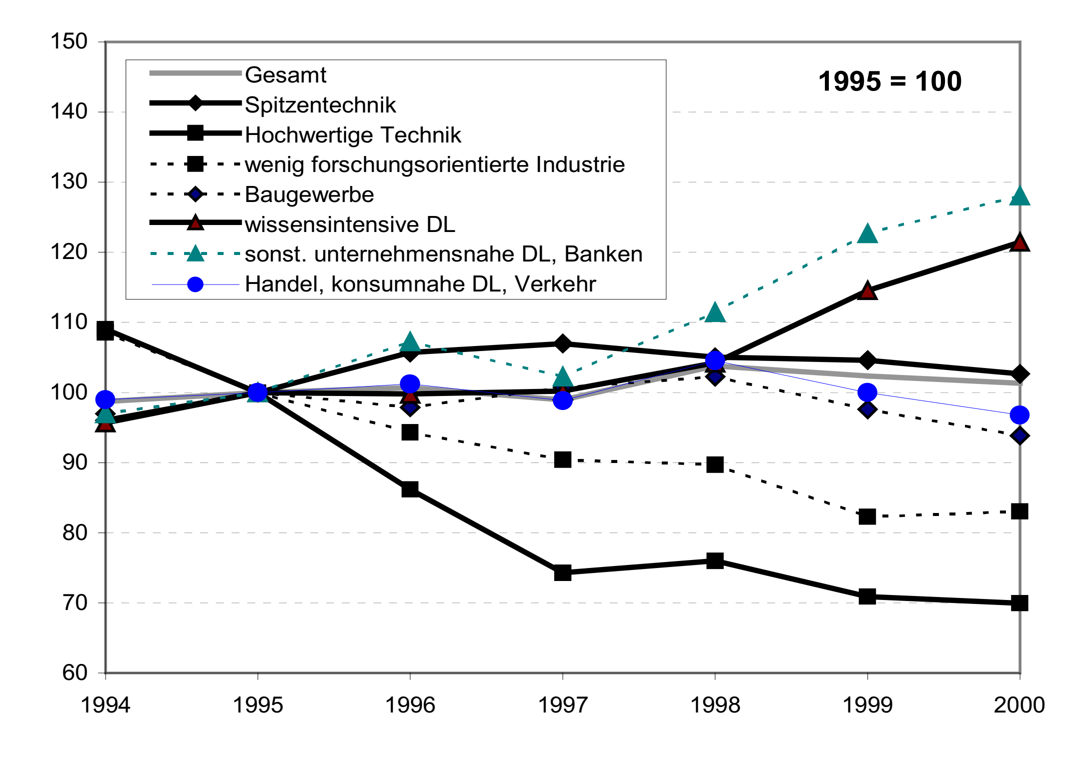
Abb. 9-1: Branchenzusammensetzung der Gründungen in Deutschland 1998-2000 – Anteil der Branchen an der Gesamtzahl der Gründungen in %*



Quelle: ZEW-Gründungspanel. – Berechnungen des ZEW. *Durchschnitt der Gründungsjahrgänge 1998, 1999 und 2000.

Insgesamt ist die Gründungszahl in Deutschland im Jahre 2000 gegenüber dem Vorjahr leicht zurückgegangen, liegt jedoch noch auf einem im Vergleich zur ersten Hälfte der 1990er Jahre höheren Niveau (Abb. 9-2).

Abb. 9-2: Entwicklung der Zahl der Unternehmensgründungen in Deutschland 1994-2000 nach Branchengruppen



Quelle: ZEW, Mannheimer Gründungspanel. − Berechnungen des ZEW. Werte für 2000 vorläufig.

Anders als im FuE-intensiven Sektor des Verarbeitenden Gewerbes wird hingegen der allgemeine Strukturwandel hin zu **wissensintensiven Dienstleistungen** auch im Jahre 2000 weiter forciert. Seit 1993 steigt die Zahl der Gründungen in diesen Dienstleistungsbereichen (u. a. EDV, Telekommunikation, technische Beratung, private FuE-Dienstleistungen, Unternehmensberatung) kontinuierlich und rascher als im Trend voran. 1999/2000 kann gar von einem Boom gesprochen werden, denn die Gründungszahlen nahmen um 10 bzw. 6 % zu. Innerhalb der technologieorientierten wissensintensiven Dienstleistungen sind es allen voran die **IuK-Dienstleistungen** (EDV, Telekommunikation), die die jüngste Zunahme der Zahlen bestimmen, während bis 1998 die nicht-technische (Wirtschafts-)Beratung das Tempo vorgab. Auch im Jahre 2000 war das Gründungsklima für New-Economy-Unternehmen noch günstig. Um wie viel sich die Gründungsquote im Jahr 2001 abgesenkt hat, lässt sich nicht sagen.

9.2 Gründungen im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie

Die neunziger Jahre waren geprägt von einer zunehmenden Bedeutung der Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) für nahezu alle Branchen. Getrieben von einer ungebrochenen Leistungssteigerung der Hardware und einem rapiden Preisverfall für die einzelnen IKT-Leistungen stieg die Verbreitung von IKT rasant an. Neben der zunehmenden

Ausbreitung der IKT in Produktion und Organisation der Unternehmen hat auch die Vernetzung der Unternehmen untereinander in der zweiten Hälfte der neunziger Jahre eine sprunghafte Ausweitung erfahren. Die rasante Expansion des Internets hat die Optionen für neue Geschäftsmodelle, neue Formen der Arbeit und für neue Vertriebswege erheblich erweitert. Deutlich unterstützt werden diese Effekte dadurch, dass die Anbindung von Privatpersonen an das Internet gerade in den letzten Jahren ebenfalls beträchtlich zugenommen hat (siehe Kapitel 6). Ein Ende dieser Entwicklung erscheint nicht bald absehbar. Auch die gegenwärtig verhaltene konjunkturelle Situation führt nicht zu einer grundsätzlichen Revision dieser Entwicklung. Denn wenn gewisse Schwellenwerte überschritten sind, steigt der ökonomische Wert eines Netzwerkes deutlich überproportional zu der Zahl der Nutzer an, während sich die Netzwerkkosten je Nutzer mit jedem neuen Nutzer vermindern. Anders als in den Vereinigten Staaten, wo die Produktivitätseffekte von IKT schon in den gesamten neunziger Jahren zu Buche schlagen, ist in Deutschland erst jetzt mit der vollen Entfaltung dieser Effekte zu rechnen.

Auf Grund der fortdauernden Ausweitung dieser Technologie, der Möglichkeiten der Internetnutzung und der zu erwartenden Produktivitäts- und Wachstumseffekte über alle Branchen hinweg, ist der IKT-Bereich der Wirtschaft weiterhin als **Wachstumsbereich** anzusehen. Dieser generell positiven Einschätzung der wirtschaftlichen Entwicklung für IKT-Firmen stehen allerdings einige **Hemmnisfaktoren** gegenüber. An erster Stelle ist hier die unverändert relevante, erhebliche Knappheit an IKT-Fachkräften zu nennen (vgl. Abschnitt 1.2).

In diesem Zusammenhang ist es von besonderem Interesse zu erfahren, wie potenzielle Gründer die Marktchancen im IKT-Bereich einschätzen und welche Möglichkeiten sie für neue Unternehmen sehen. Diese Erwartungen und Einstellungen sollten sich auch in dem realisierten Gründungsgeschehen der IKT-Branche widerspiegeln. Allerdings ist es für eine solche Betrachtung der Gründungsdynamik sinnvoll, wichtige Segmente des IKT-Bereichs separat zu betrachten.

Gründungsgeschehen in den Branchen der IKT

Die Gründungszahlen für den **gesamten IKT-Bereich** haben sich im Laufe der neunziger Jahre deutlich besser entwickelt als die Gründungszahlen für alle Branchen zusammen. Im Jahr 2000 sind rund 50 % mehr Unternehmen im IKT-Bereich gegründet worden als 1995, während die Zahl der Gründungen insgesamt im gleichen Zeitraum unverändert geblieben ist (vgl. Abb. 9-3). Insbesondere in den Jahren 1999 und 2000 haben die IKT-Gründungen erheblich zugenommen. Der Zuwachs des Jahres 1999 ist offensichtlich nicht vornehmlich auf Nachfrageeffekte im Zusammenhang mit dem so genannten „Jahr-2000-Problem“ zurückzuführen, sondern Teil eines Trends, der zumindest bis 2000 noch ungebrochen weiterging. Der gesamte Bereich der IKT stellt für potenzielle Gründer nach wie vor ein Geschäftsfeld dar, indem der Schritt in die Selbstständigkeit lohnend erscheint. Diese optimistische Einschätzung der Wachstumsaussichten gilt auch für Neugründungen in Ostdeutschland. Ein Standortnachteil „Ostdeutschland“ ist für Gründungen aus diesem Bereich nicht auszumachen.[1] Bei den Produkten und Dienstleistungen, die von den jungen Firmen aus

[1] Der Bedeutung der Scheinselbstständigkeit wird in Abschnitt 1.2 nachgegangen.

diesem Bereich angeboten werden, handelt es sich nicht um solche, die vornehmlich für den regionalen Markt erstellt werden. Ostdeutsche Produkte aus diesem Bereich werden „exportiert“, ihre Absatzchancen von der Entwicklung des globalen Marktes für IKT determiniert.

Abb. 9-3: Entwicklung der IKT-Gründungszahlen im Vergleich zu allen Gründungen (Index, 1995 = 100)

200
160
120
80
40
0
1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000
IKT-Gründungen
alle Gründungen

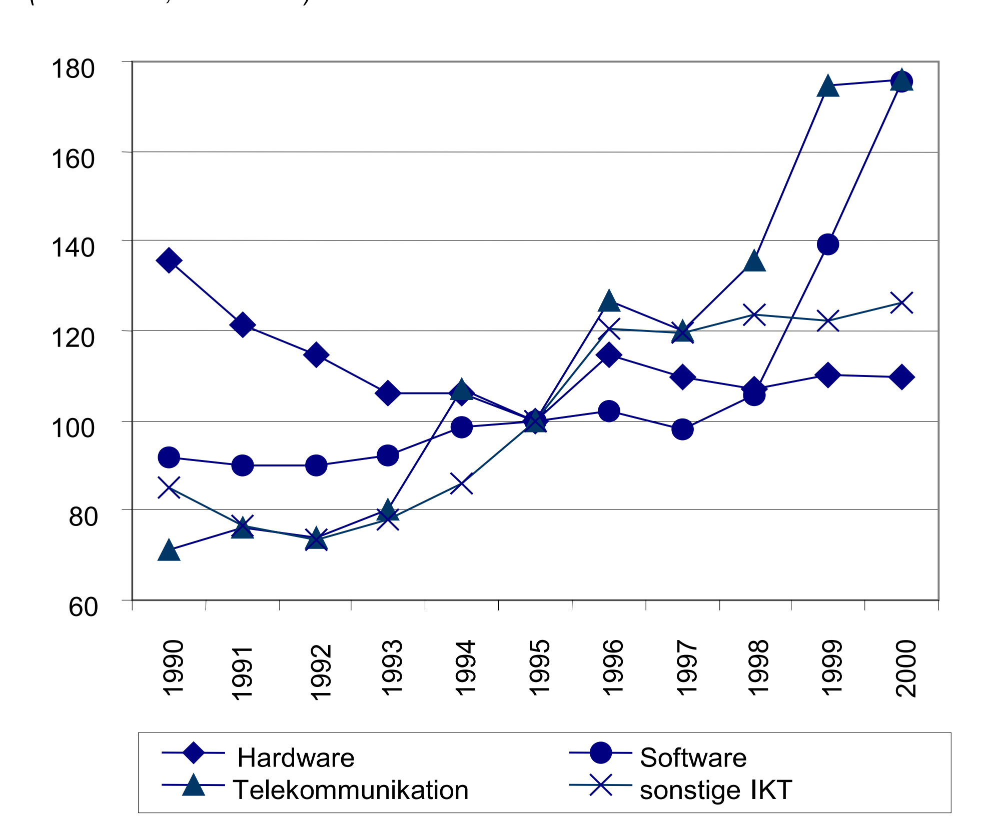
Quelle: ZEW-Gründungspanel, eigene Berechnungen.

Die positive Entwicklung der IKT-Gründungszahlen wird von den neuen Unternehmen aus den Segmenten **Software** und **Telekommunikation** (Abb. 9-4) getrieben. Die Gründungszahlen im Segment Telekommunikation sind – auch als Folge der Liberalisierung des Telekommunikationsmarktes – seit 1995 in zwei Wellen deutlich gestiegen und haben 2000 nahezu ein doppelt so hohes Niveau wie 1995 erreicht. Die Zahl der Gründungen im Softwaresegment hat nach 1998 sprunghafte Steigerungen erfahren. Nicht zugenommen hat dagegen die Zahl neuer Unternehmen, die jährlich im Segment Hardware entstehen. Trotz zunehmender Investitionen in Informations- und Kommunikationstechnologie rechnen sich mögliche Neugründer – zumindest in Westdeutschland – keine besonderen Gewinnmöglichkeiten für neue Unternehmen aus, die solche Investitionsgüter herstellen. Die Position der bestehenden Marktakteure ist offensichtlich derartig gefestigt, dass Newcomer, anders als bei der Softwareerstellung, keine Nische im Markt finden. Anders als in den alten Bundesländern haben im Osten auch die Gründungszahlen im Segment Hardware zugenommen: Sie sind nach 1995 sprunghaft gestiegen und haben ihr dort erreichtes Niveau beibehalten.

Ein Blick auf die **Segmentstrukturen** der IKT-Neugründungen zeigt, dass abgesehen von der Restgruppe der sonstigen Branchen, das Marktsegment Software die höchsten Anteile an den Neugründungen aufweist. Seine Bedeutung ist in der zweiten Hälfte der neunziger Jahre noch gewachsen. Kamen 1996 rund 30 % aller Gründungen aus diesem Segment, waren es 2000 ungefähr 40 %. Das Segment Hardware hat mit rund 4 bis 8 % ein weit geringeres Gewicht; sein Anteil sinkt im Zeitablauf. Die gleichen Einschätzungen ergeben sich aus **Gründungsintensitäten** (Gründungen pro 10.000 Erwerbsfähige). Wachsende Grün-

dungsintensitäten sind nur im Segment Software zu verzeichnen, die anderen Segmente weisen eher konstant bleibende Werte auf.

Abb. 9-4: Entwicklung der IKT-Gründungszahlen verschiedener Segmente in Deutschland (Indexreihen, 1995 = 100)



Quelle: ZEW-Gründungspanel.

9.3 Gründungsgeschehen im Multimedia-Bereich

Die Hoffnungen und Erwartungen, die an multimediale Produkte, Dienste und Technologie geknüpft werden, sind durchaus hoch. Als Beispiel hierfür kann die Einschätzung der „Zukunftskommission Wirtschaft 2000“ des Landes Baden-Württemberg gelten, die in Verbindung mit dem Multimedia-Bereich neben zahlreichen Produktinnovationen (neuen Dienstleistungsprodukten für Konsumenten und Unternehmen) auch im erheblichen Ausmaß Prozessinnovationen (neue Arbeitsformen wie Telearbeit oder Telekooperation) erwartet (Staatsministerium Baden-Württemberg 1993). Gerade die Innovationen dieses Bereichs sollen neue Märkte öffnen und die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen generell deutlich verbessern. Multimedia wird als ein Segment der „Informationswirtschaft“ gesehen, dem ein besonderes **Wachstumspotenzial** zugeschrieben wird.

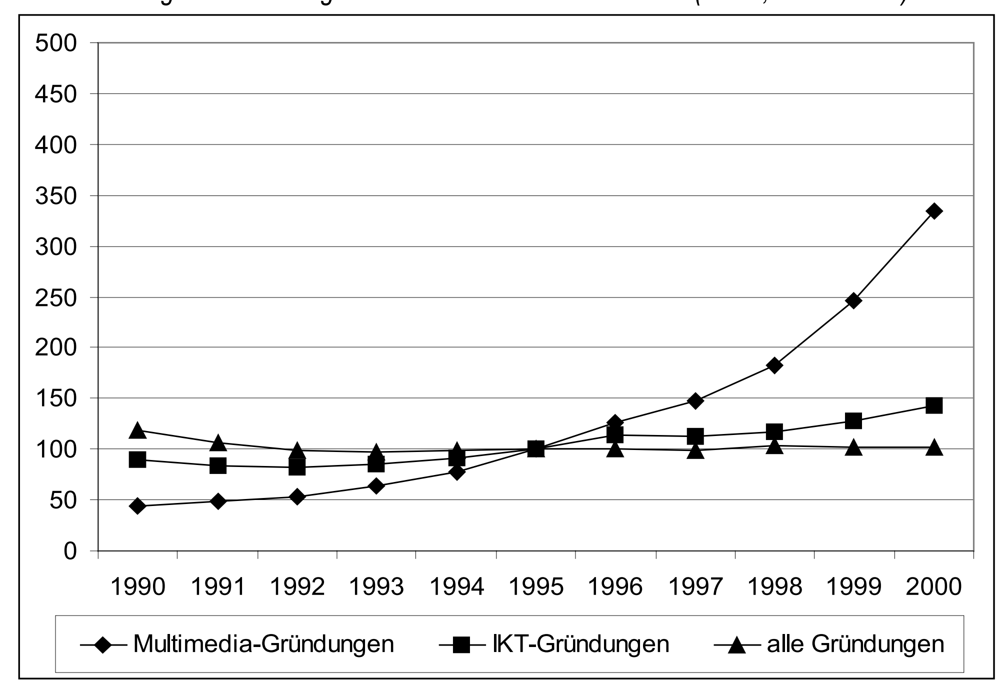
Ob die tatsächliche Entwicklung in diesem Bereich die Erwartungen erfüllt, muss – zumindest noch gegenwärtig – in Frage gestellt werden. Von Interesse ist deswegen, inwieweit sich die zukünftigen Marktchancen im Multimedia-Bereich weiterhin als optimistisch einschätzen lassen und ob sich neue Unternehmen Gewinnaussichten ausrechnen. Wenn die optimistischen Erwartungen nicht nur in der Politik, sondern auch bei den wirtschaftlichen

Akteuren nach wie vor vorherrschen, dann sollte sich die Gründungsdynamik hier deutlich überdurchschnittlich präsentieren.

Ungebrochener Gründungsboom im Multimedia-Bereich

Im Vergleich zur Entwicklung aller Gründungszahlen und auch im Vergleich zu den Gründungszahlen im gesamten Sektor der IKT muss für den Bereich Multimedia nach wie vor von einem regelrechten Gründungsboom gesprochen werden (Abb. 9-5). Die Zahl der deutschlandweiten Multimedia-Neugründungen ist von 1990 (mit knapp 900 Gründungen) bis 2000 (mit rund 6.500) exponentiell gestiegen, ein Bruch dieser Entwicklung ist – zumindest bis zum Jahr 2000 – nicht abzusehen. Deutliche Zuwachsraten neuer Unternehmen im Multimedia-Bereich sind über die gesamten neunziger Jahre zu verzeichnen. Insbesondere in den Jahren 1999 und 2000 sind in Ostdeutschland Zuwachsraten bei Multimedia-Neugründungen von knapp unter 50 % zu verzeichnen, jedoch auf einem deutlich niedrigeren Niveau als im Westen. Auch die **Gründungsintensitäten** (Multimediagründungen pro 100.000 Erwerbsfähige) haben stark zugenommen (Abb. 9-6).

Abb. 9-5: Entwicklung der Gründungszahlen verschiedener Bereiche (Index, 1995 = 100)

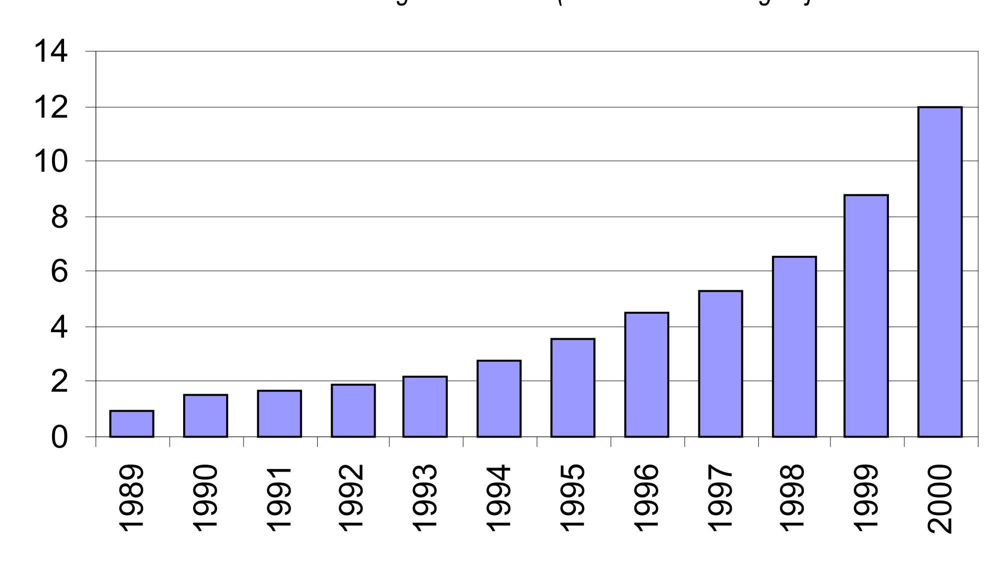


Quelle: ZEW-Gründungspanels, Berechnungen des ZEW.

Der **Anteil der Multimediagründungen** an allen Gründungen ist von unter 0,5 % Anfang der 1990er Jahre kontinuierlich auf insgesamt etwa 2,5 % im Jahr 2000 angestiegen. Im Verlauf der neunziger Jahre ist dieser Anteil kontinuierlich gestiegen. Die Multimedia-Gründungen sind zu etwa 60 % den **IKT-Branchen** zuzurechnen. Hierbei liegen die Schwerpunkte in den Bereichen Softwareerstellung sowie Handel und Vermietung. Weitere Schwerpunkte liegen in den Branchen der technischen Dienstleister und der nichttechnischen Beratungsfirmen. Die Tatsache, dass sich die dem Multimedia-Bereich zuzurechnenden Firmen relativ breit über die Branchenpalette verteilen, betont die Besonderheit dieses Bereiches. Offensichtlich sind in allen betroffenen Branchen die Erwartungen hinsichtlich der wirtschaftlichen Entwicklung von Firmen, die mit multimedialen Dienstleistungen oder Pro-

dukten an den Markt gehen, deutlich besser als die in anderen Geschäftsfeldern. Obwohl beispielsweise der Anteil aller Multimedia-Unternehmen, der dem Handel zuzurechnen ist, mit etwa 20 % relativ hoch ist und gerade im Handel in den letzten Jahren bedeutende Rückgänge der Gründungszahlen zu verzeichnen sind, ist der Multimedia-Gründungsboom ungebrochen. Zumindest bis zum Jahr 2000 blieben die Gewinnerwartungen von potenziellen Gründern in diesem Bereich hoch.

Abb. 9-6: Multimedia-Gründungsintensitäten (Zahl der Gründungen je 100 Tsd. Erwerbsfähige)



Quelle: ZEW-Gründungspanels, Berechnungen des ZEW.

Ein ganz wesentlicher Vertriebskanal für Produkte und Dienste aus dem Multimedia-Bereich läuft über die **Vernetzung** der Unternehmen untereinander und mit den Haushalten. Die Anbindung der deutschen Unternehmen an das Internet ist in allen Branchen weit vorangeschritten; bis auf den Einzelhandel sind in allen Branchen mehr als 80 % der Unternehmen am Netz. Ebenfalls hoch ist die Relation von PC-Anzahl zu Beschäftigten in den meisten Branchen. Das belegt, dass durch den strukturellen Wandel zur **„Informationswirtschaft"** die Durchdringung der Branchen mit Informationstechnik inzwischen weit vorangeschritten ist. Bis zum Jahr 2000 waren in Deutschland auch steigende Investitionsausgaben für Informationstechnik und Telekommunikation zu verzeichnen, die im internationalen Vergleich zwar immer noch als zumindest verhalten zu bewerten sind, aber doch belegen, dass die Unternehmen in diesem Bereich auf weiteren Ausbau setzen.

Weniger fortgeschritten, aber im Zeitablauf deutlich ansteigend, ist die Anbindung der **Haushalte** ans Internet. Immerhin ist die Zahl der Internet-Nutzer pro 100 Einwohner von 8 im Jahr 1997 auf 28 im Jahr 2000 gestiegen. Aus dieser fortschreitenden Vernetzung speisen sich die zunehmenden Marktmöglichkeiten und -chancen der Unternehmen. Die Vertriebsoptionen für Multimedia-Anbieter, bzw. der von ihnen erreichbare Kundenkreis, nimmt immens zu. Folgerichtig kommt es auch zu einer Verschiebung innerhalb der Neugründungen hin zu eher netzgestützten Firmen. Hier sind echte Netzwerkeffekte zu verzeichnen, die bei weitergehender Diffusion der Informationstechnik – insbesondere, wenn diese die privaten Haushalte verstärkt einbezieht – die Geschäftserwartungen in diesem Bereich weiter beflügeln dürften.

9.4 Akademische Spin-off-Gründungen in Deutschland

In den letzten Jahren wurde unter dem Stichwort „Wissens- und Technologietransfer“ eine engagierte Debatte um die Nutzung des im öffentlich finanzierten Forschungssektor entstandenen Wissens, der dort erarbeiteten Forschungsergebnisse und technologischen Expertise durch die Wirtschaft geführt. Ein in diesem Zusammenhang besonders wichtiger **Transferkanal** wird in Unternehmen gesehen, die aus dem Wissenschaftsbereich heraus gegründet werden, um wissenschaftliche Ergebnisse selbst zu nutzen. Von diesen so genannten **akademischen Spin-offs** wird erwartet, dass die wissenschaftlichen Erkenntnisse schnell und direkt in marktfähige Produkte oder Verfahren umgesetzt werden und dass sie dadurch einen Beitrag zur technologischen Leistungsfähigkeit der gesamten Volkswirtschaft leisten.

Akademische Spin-offs in einer wissensintensiven Wirtschaft

Die Stimulierung und die Unterstützung von Unternehmensgründungen aus Hochschulen und öffentlichen Forschungseinrichtungen sind inzwischen ausdrückliche Zielsetzungen zahlreicher Initiativen des Bundes, der Länder, vieler Regionen oder einzelner Hochschulen und Forschungseinrichtungen. Der Karriereweg „Neugründung“ soll in den Hochschulen und öffentlichen Forschungseinrichtungen nicht mehr als exotische Alternative betrachtet werden. Spin-off-Gründungen dieser Art müssen allerdings nicht notwendigerweise durch die Wissenschaftler selbst stattfinden, auch die Gründung durch Lizenznehmer oder ähnliche Personengruppen sind als Spin-offs zu werten (zum Spin-off-Begriff Annex A-9-4). Neben einem innovationspolitisch effektiven (weil direkten) Transfer (vgl. OECD 2001e) neuer Erkenntnisse in die Wirtschaft verspricht man sich von einer großen Spin-off-Gründungsdynamik gerade auch eine Forcierung des Strukturwandels in Richtung einer wissensintensiven Wirtschaft.

Umfang des Spin-off-Gündungsgeschehen

Im Durchschnitt der Jahre 1996 bis 2000 sind in Deutschland pro Jahr rund 2.500 Verwertungs-Spin-offs, etwa 4.200 Kompetenz-Spin-offs und etwa 30.000 akademische Start-ups gegründet worden.[2] Diese stammen aus Branchen, in denen im entsprechenden Zeitraum jährlich insgesamt rund 64.000 Unternehmen neu entstanden sind. Aus der Sicht der technologischen Leistungsfähigkeit von besonderem Interesse sind die Verwertungs-Spin-offs, durch die eine konkrete Verwertung von Forschungsergebnissen stattfindet. Die nachfolgenden Betrachtungen beschränken sich deswegen auf diese Spin-off-Kategorie.

Werden diese Spin-offs nach unterschiedlichen **Branchengruppen** getrennt betrachtet, ergeben sich durchaus divergente Muster. Der größte Teil der Spin-off-Gründungen in den betrachteten Jahren entstand in Branchen, die der Gruppe der technologieorientierten Dienstleistungen (TDL) zuzurechnen sind. Die Gründungszahlen für Spin-offs aus dieser Branchengruppe steigen seit 1997 kontinuierlich an (vgl. Abb. 9-7). Etwas weniger Unter-

---

2 Bei Verwertungs-Spin-offs sind neue Forschungsergebnisse der Gründer unverzichtbar, bei Kompetenz-Spin-offs Kompetenzen der Gründer, während bei akademischen Start-Ups wissenschaftliche Methoden und Ergebnisse keine herausragende Rolle spielen.

nehmen sind in den sonstigen wissensintensiven Dienstleistungsbranchen (WDL) gegründet worden. Diese Gruppe ist geprägt von im Zeitablauf schwankenden Gründungszahlen, die allerdings einen leicht ansteigenden Trend aufweisen. Deutlich weniger Spin-offs entstehen in den FuE-intensiven Branchen des Verarbeitenden Gewerbes, also in den Branchen der Spitzentechnologie und der hochwertigen Technologie (SHT). Im Zeitraum 1996 bis 2000 ist die Zahl der jährlich neu entstehenden Spin-offs in diesen Branchen in etwa konstant geblieben (Abb. 9-7).

Abb. 9-7: Zahl der Spin-off-Gründungen in Deutschland nach Branchengruppen 1996-2000

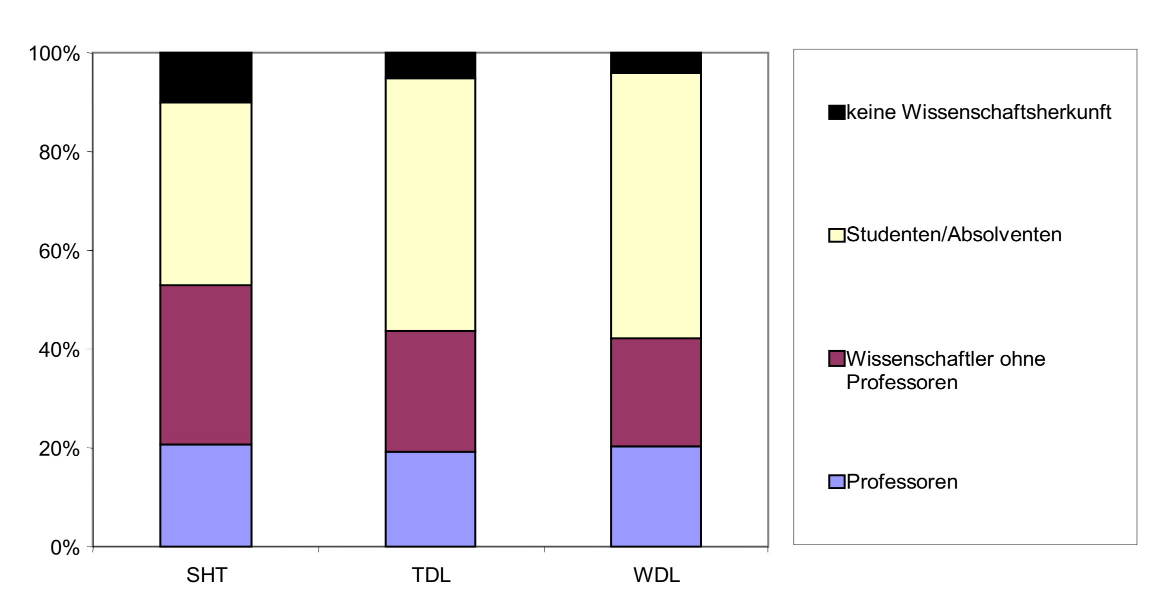
Quelle: ZEW, Spin-off-Befragung 2001. - Berechnungen des ZEW.

Die **Strukturunterschiede** und die unterschiedlichen Zeitmuster spiegeln zum Teil die **Gründungsmuster** der Branchengruppen wider, denen die Spin-offs hier zugerechnet werden. So entstehen beispielsweise auch insgesamt erheblich weniger neue Unternehmen in den FuE-intensiven Industriebranchen als im wissensintensiven Dienstleistungsbereich. Die relative (quantitative) Bedeutung von Verwertungs-Spin-offs divergiert trotz sehr unterschiedlicher Gründungszahlen und Zeitmuster nicht sehr zwischen den Branchengruppen. Über die drei Branchengruppen und die Jahre 1996 bis 2000 betrachtet, sind 4 % der Gründungen Spin-offs; insgesamt ist die Spin-off-Quote seit 1998 leicht gestiegen. Ein Anstieg in der Gruppe der TDL im Jahr 2000 ist wahrscheinlich auf den noch herrschenden Optimismus − zumindest für den größten Teil des Jahres 2000 − hinsichtlich der ökonomischen Entwicklung im Bereich der Informationstechnologie zurückzuführen. Gerade in den Segmenten Softwareentwicklung und EDV-Beratung – die der TDL-Gruppe zuzurechnen sind – entstehen im Wissenschaftsbereich viele neue Erkenntnisse, die in einer Wachstumsatmosphäre in Gründungen münden können. Hier ist für die Folgejahre eher mit einer Dämpfung der Spin-off-Entwicklung zu rechnen.

Wissenschaftsbezug vor und nach der Spin-off-Gründung

Ein großer Anteil der Verwertungs-Spin-offs werden von Personen gegründet (oder – bei Teamgründungen – mitgegründet), die durch ihre vorherige Tätigkeit einen **direkten Bezug zur Wissenschaft** haben,[3] sei es als Professor oder im wissenschaftlichen Dienst, sei es als Absolvent einer Hochschule oder als zum Gründungszeitpunkt noch Studierende (vgl. Abb. 9-8). Der Anteil der Unternehmen, an denen ein an einer Hochschule oder Forschungseinrichtung beschäftigter Wissenschaftler (einschließlich der Professoren) involviert ist, ist bei der SHT mit über 53 % am höchsten, in den TDL und WDL liegt er etwas über 40 %). Studierende und Absolventen, Personen also, die am Berufsanfang stehen, dominieren – außer im Verarbeitenden Gewerbe.

Abb. 9-8: Stellung der Spin-off-Gründer in der Wissenschaft



Quelle: ZEW, Spin-off-Befragung 2001. - Berechnungen des ZEW.

Deutliche Unterschiede ergeben sich, wenn die **Fachrichtungen** betrachtet werden, in denen die Gründer wissenschaftlich tätig waren oder denen ihre Studienfächer zuzurechnen sind.[4] Für die Gruppe der SHT sind die technischen Fachrichtungen Physik, Maschinen- bzw. Fahrzeugbau und Elektro- und Nachrichtentechnik am bedeutendsten (vgl. Abb. 9-9). Diese werden gefolgt von den Betriebs- und Wirtschaftswissenschaften, denen immerhin rund 12 % der Gründer von SHT-Spin-offs zuzurechnen sind. Die betriebswirtschaftliche Kompetenz hat offensichtlich auch für den industriellen Bereich einige Bedeutung.

Alle anderen Gründer sind noch stärker wirtschaftswissenschaftlich orientiert. 16 % der Gründer von TDL-Spin-offs und über 30 % der Gründer von WDL-Spin-offs sind **Wirtschaftswissenschaftler**. In der letzten Gruppe stellen sie den höchsten Anteil. Nicht erstaunen kann, dass für die TDL-Spin-offs die Fachrichtung **Informatik** die größte Bedeutung hat. An Geschäftstätigkeiten mit Informatikbezug richteten sich – zumindest in dem dieser

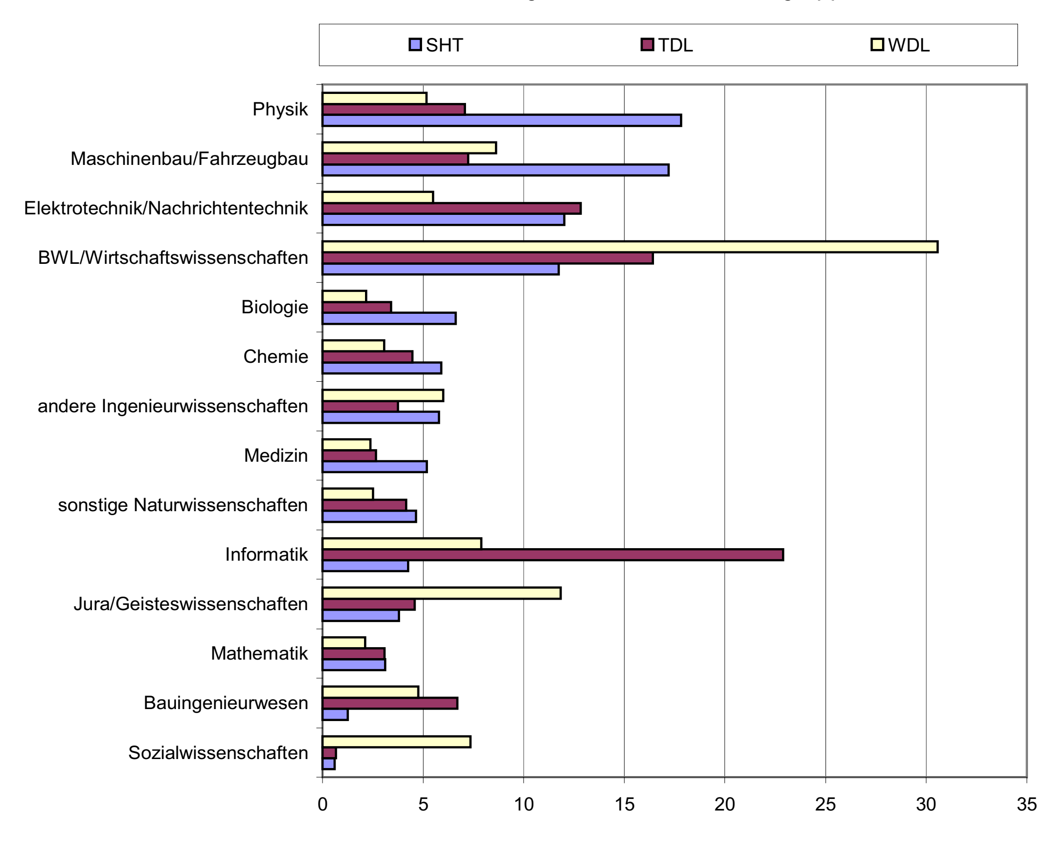
---

[3] Was angesichts der hier zu Grunde liegenden Definition von Verwertungs-Spin-offs auch nicht anders zu erwarten ist.

[4] Bei Teamgründungen werden die Fachrichtungen aller beteiligten Gründer gezählt. Gründer, die mehrere Abschlüsse haben, werden mehreren Fachrichtungen jeweils einmal zugerechnet.

Untersuchung zu Grunde liegenden Zeitraum – die mit Abstand größten Wachstumserwartungen. Die wissenschaftsbasierten Innovationen aus diesem Bereich lassen sich vor dem Hintergrund weiter steigender Investitionen in IKT und weiterer Diffusion dieser Technik auch im privaten Bereich erfolgreich vermarkten.

Abb. 9-9: Anteil der Gründer nach Fachgebieten und Branchengruppen



Quelle: ZEW, Spin-off-Befragung 2001. - Berechnungen des ZEW.

Die meisten Gründer aus dem Wissenschaftsbereich kommen von **Forschungseinrichtungen,** die in die Lehre eingebunden sind: Universität, Fachhochschule oder Technische Universität (vgl. Abb. 9-10). Die außeruniversitären Forschungseinrichtungen spielen als Inkubatorinstitutionen für akademische Spin-offs rein quantitativ eine deutlich geringere Rolle, die Spreizung zwischen ihnen ist insgesamt gesehen nicht sehr groß.[5] Deutlich werden allerdings die unterschiedlichen inhaltlichen Ausrichtungen der Einrichtungen. So spielen beispielsweise die Institute der Fraunhofer-Gesellschaft für die Spin-offs der WDL eine relativ wichtigste Rolle, während die Spin-offs der Max-Planck-Institute am häufigsten der SHT zuzurechnen sind (Abb. 9-10). Die aus den Technischen Hochschulen in Spin-offs fließenden Ergebnisse finden ebenfalls eher in der SHT Anwendung. Die Universitäten dagegen scheinen am häufigsten WDL-Spin-offs zu begünstigen. Relativ wenig Spreizung ist bei den Fachhochschulen zu verzeichnen. Hier liegt die größte Orientierung im Bereich TDL, die anderen Segmente sind aber annähernd genauso häufig vertreten.

---

[5] Dies bezieht sich auf die absoluten Gründungszahlen. Wegen der unterschiedlichen Kopfstärke der Einrichtungen ist die Spreizung der Gründungsintensität erheblich.

Abb. 9-10: Anteil der Spin-off-Gründungen nach Inkubator-Einrichtungen und Branchengruppen

SHT TDL WDL

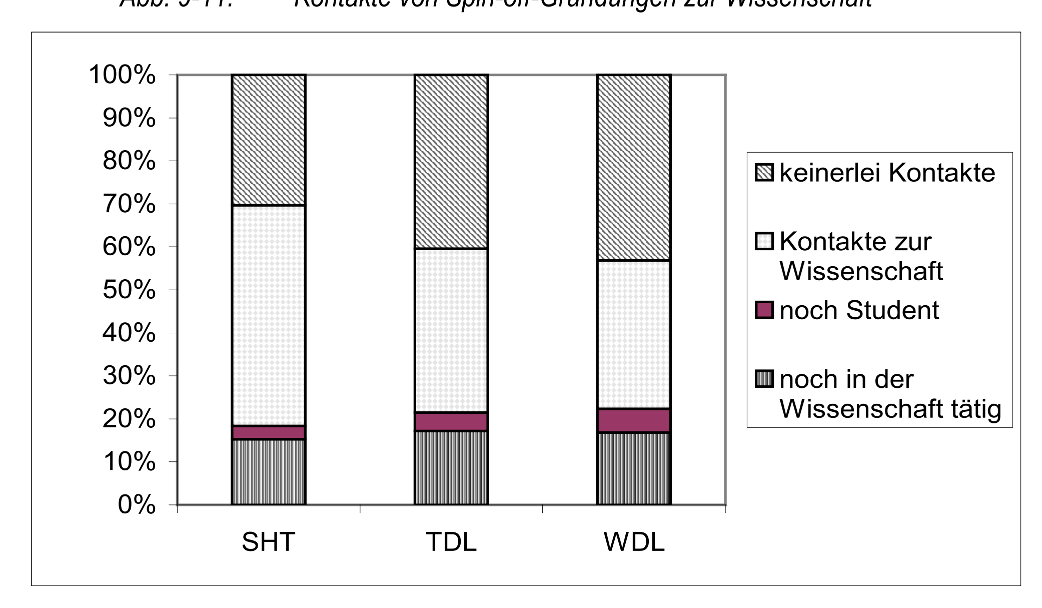
Uni
FH
TU
FhG
MPI
Landes-FA
HGF
Bundes-FA
WGL
BA

0 10 20 30 40 50 60

Quelle: ZEW, Spin-off-Befragung 2001. - Berechnungen des ZEW.

Inwieweit schlägt sich der Bezug zur Wissenschaft nicht nur in der Gründungsphase, sondern auch im laufenden Geschäftsbetrieb der Spin-offs nieder? Die Möglichkeiten zur Aufrechterhaltung der **Kontakte zur Wissenschaft** sind vielfältig. Zum einen können die Gründer weiterhin an einer Hochschule oder Forschungseinrichtung beschäftigt sein. Zum anderen können Kooperations- oder Geschäftsbeziehungen zu den Inkubatoreinrichtungen oder auch zu anderen wissenschaftlichen Institutionen bestehen.

Abb. 9-11: Kontakte von Spin-off-Gründungen zur Wissenschaft



Quelle: ZEW, Spin-off-Befragung 2001. - Berechnungen des ZEW.

Für rund 16 % der Spin-offs gilt, dass der bzw. mindestens einer der Gründer weiterhin als Wissenschaftler im öffentlichen Bereich beschäftigt ist. Für einen recht hohen Anteil der Gründer ist die Tätigkeit als Unternehmer somit − eventuell vorübergehend noch − nebenbe-

ruflich (vgl. Abb. 9-11). 34 bis 50 % der Verwertungs-Spin-offs haben regelmäßige Kontakte zu wissenschaftlichen Einrichtungen, seien es gemeinsame Forschungsprojekte, Kunden- oder Lieferantenbeziehungen oder andere formelle Kontakte. Der Anteil der Firmen mit derartigen Kooperationsbeziehungen nimmt zu, je „technikorientierter" die Branchen sind, denen die Spin-offs zuzurechnen sind. Mit 30 bis 43 % ist der Anteil der Spin-offs, die keinen über gelegentliche informelle Kontakte hinausgehende Wissenschaftskontakte im laufenden Geschäftsbetrieb aufweisen, recht hoch.

Rolle von akademischen Spin-off-Gründungen für den Wissens- und Technologietransfer in Deutschland: ein Fazit

Akademische Spin-off-Gründungen, die neue Forschungsergebnisse oder neue wissenschaftliche Methoden als Geschäftsgrundlage nutzen, haben für den Strukturwandel in Deutschland aus rein quantitativer Sicht lediglich eine begrenzte Bedeutung. Nur 4 % aller Unternehmensgründungen in den forschungs- und wissensintensiven Branchen sind solche Spin-offs (also Verwertungs-Spin-offs). Allerdings spielen Unternehmensgründungen durch Akademiker in forschungs- und wissensintensiven Wirtschaftszweigen mit über 50 % eine große Rolle. Denn ein hohes Qualifikationsniveau ist eine wichtige Voraussetzung für selbstständige Erwerbstätigkeit in Branchen, die gekennzeichnet sind durch ein hohes Wachstum, raschen technologischen Wandel, eine enge Interaktion mit anspruchsvollen Kunden und der Notwendigkeit, Wissen als Produktionsfaktor zu nutzen. Spin-off-Gründungen stellen eine Privatisierung der Ergebnisse öffentlich finanzierter Forschung dar. Dies ist ein effizienter Anreizmechanismus, um ihre ökonomische Verwertung zu forcieren. Nicht ausgeschlossen werden kann, dass die Gründung scheitert und dadurch die kommerzielle Verwertung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse verzögert wird oder gar unterbleibt. Mit Spin-off-Gründungen können aber neue **Marktnischen** eröffnet werden, die von etablierten Unternehmen nicht wahrgenommen werden.

Da vorab nicht festgestellt werden kann, ob eine Spin-off-Gründung wirtschaftlich erfolgreich sein wird und ob sich ein Unternehmen für die Verwertung neuer Forschungsergebnisse findet, ist ein flexibler Ansatz des Wissens- und Technologietransfers gefordert. Spin-off-Gründungen sind daher nur eine unter mehreren Optionen für die Verwertung von Forschungsergebnissen. Prinzipiell gilt: Die Rahmenbedingungen an Hochschulen und öffentlichen Forschungseinrichtungen sollten so gestaltet sein, dass die Wissenschaftler jenen Transferkanal wählen können, der auf Grund des konkreten Forschungsergebnisses adäquat erscheint. Dabei ist nicht immer davon auszugehen, dass die am Forschungsprojekt beteiligten Wissenschaftler auch das beste Wissen über die Verwertungsoptionen haben. Im Gründungsbereich können Modelle, die ein „partielles" Ausgründen beispielsweise durch Beibehaltung einer Teilzeitbeschäftigung im Wissenschaftsbereich oder Rückkehrmöglichkeiten fördern, Anreize für **mehr Selbstständigkeit** setzen.

10 Wissensevolution und Forschungsgeschichte in Deutschland

Zweck dieses Rückblicks ist es, der zeitgenössischen Technologiepolitik, die an der Aktualität der Berichterstattung interessiert sein muss, einmal eine andere Perspektive zu bieten. In diesem Kapitel wird mit heutigen Begriffen und Definitionen der technologischen Leistungsfähigkeit versucht, eine Retrospektive bis vor die Reichsgründung von 1871 zurück zu bieten. Während kurze historische Ereignisse meistens klar begrenzt werden können, ist die Aufstellung von langen Zeitreihen schwierig, da für die Bemessung der technologischen Leistungsfähigkeit in der Vergangenheit die Begriffe nicht eindeutig definiert sind.

Entstehung des Innovations- und des FuE-Begriffs

Im Standardlehrbuch für „Geschäftsmänner und Studierende“ von Roscher (1886), das bis zur zweiten Hälfte der 1880er Jahre etwa 20 Auflagen erlebte und auch Schumpeters Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung (1911) prägte, werden sechs verschiedene Wirtschaftstätigkeiten unterschieden, deren erste (sic!) das **Erfinden** und **Entdecken** ist (vor Bergbau, Landwirtschaft, Verarbeitendem Gewerbe und Warendistribution) und deren letzte die Dienstleitung (ohne Großhandel). Tragisch muss es aus heutiger Sicht erscheinen, dass dieser Sechs-Sektoren-Ansatz im 20. Jahrhundert zum Drei-Sektoren-Modell verkommen ist, innerhalb dessen die Neue Wachstumstheorie erst in den 1990er Jahren einen FuE-Sektor wiedererfinden musste.

Auf Roscher aufbauend setzt die am Ergebnis orientierte Begriffsbildung durch Schumpeter (1942, S. 136 ff.) Maßstäbe, nach der alles Innovation ist, was einem Unternehmer Gewinne (so genannte **Quasi-Renten** oder **Innovationsrenten**) aus Vorsprüngen bringt. Quasi-Renten der Innovation sind Faktorrenten, welche die Tendenz haben, sich im Zeitablauf auf Grund des Wirkens von Konkurrenzprozessen wieder aufzuheben. Innovationen können in der Form neuer Konsumgüter, neuer Produktions- oder Transportmethoden, neuer Märkte oder neuer Organisationen auftreten.

Identisch zum Innovationsbegriff ist der Begriff der **Neuerung**. Dieser Begriff war in Deutschland verbreitet. Das Wort „Innovation“ war lange Zeit unbekannt und ist im deutschen Sprachraum erst angekommen, als Schumpeter nach Amerika ausgewandert war und englischsprachige Publikationen hervorbrachte, bei denen englisch „innovation“ nicht mehr in Schumpeters ursprünglichen Terminus „Neuerung“ rückübersetzt, sondern als „Innovation“ eingedeutscht wurde. Diese Übernahme des Innovationsbegriffs aus dem Englischen ist vermutlich in den 1960er Jahren geschehen. Damit ist klar, dass der heute verwendete Innovationsbegriff nicht als Ankerpunkt für den gesamten betrachteten Zeitraum seit 1871 in Frage kommt. Vor den 1960er Jahren wurden Innovationsphänomene mit anderen Begriffen belegt. In Archiven und Bibliotheken wie auch in Forschungseinrichtungen sowie in den Unterlagen von Geschäftsführungen, Personalabteilungen und Produktionsstätten wurden vom heutigen Standard abweichende Termini verwendet (wie z. B. Werkslaboratorium, Fabriklabor oder Probieranstalt).

Die Vorstellung eines spezifischen Forschungsprozesses, der zu Innovation führt, den man messen kann und für den finanzielle und personelle Aufwendungen notwendig sind, geht nach heutiger Auffassung auf Bernals (1939) weitsichtige und klar analysierende Arbeiten zurück. Bernal unterschied die Rolle der **öffentlichen Forschungsaufwendungen** von denen in der zivilen und – aus gegebenem Anlass – der Kriegswirtschaft. In den Anhängen von Bernal finden sich erste Statistiken zu den Aufwendungen britischer Unternehmen für „industrial research“. Freeman (1992) berichtet, dass die durch Bernals Vorlesung an der London School of Economics geprägten Begriffe von ihm selbst und von anderen unmittelbar in internationale Gremien eingebracht wurden, die sich in den 1960er Jahren mit einer weiteren Standardisierung der Begriffe beschäftigten. Dies schlug sich schließlich in einem ersten Papier über die Messung des Outputs von **Forschung und Entwicklung (FuE)** nieder (Freeman 1969). Also ist auch der FuE-Begriff vor dem Zweiten Weltkrieg statistisch nicht definiert gewesen.

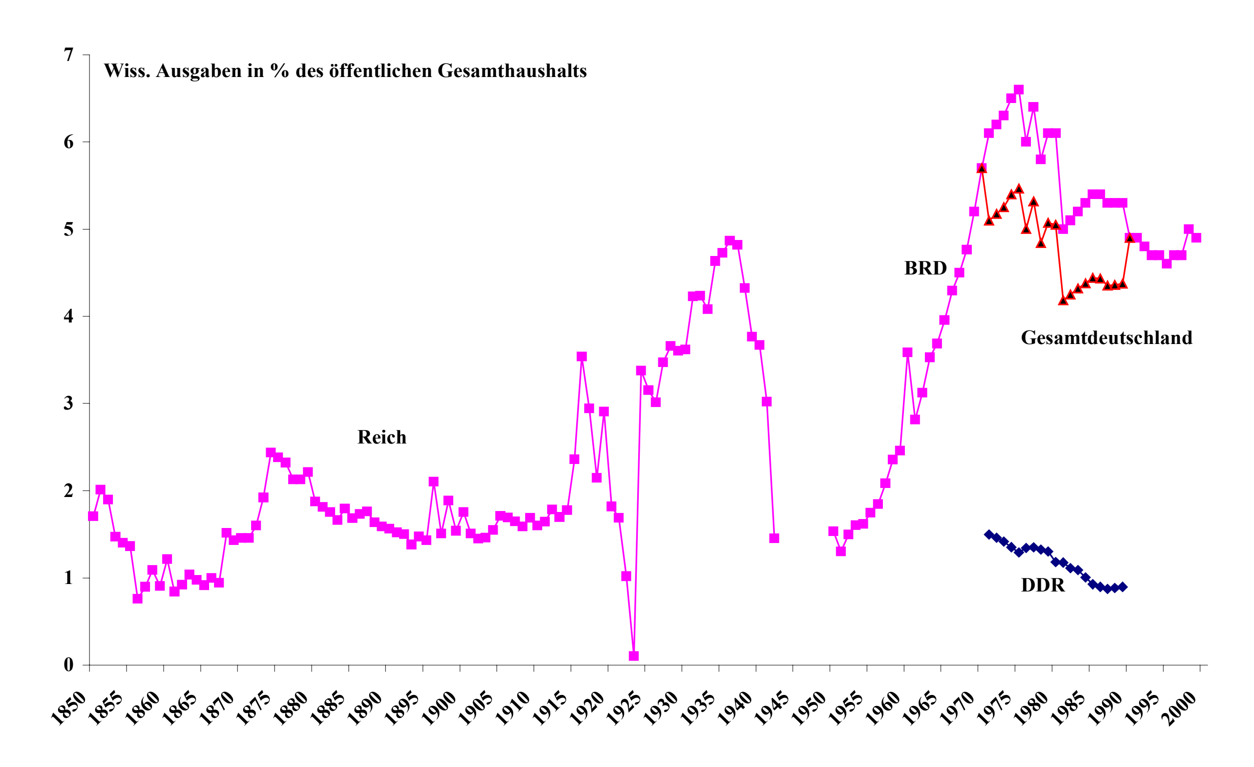
10.1 Staatliche Ausgaben für nationale Wissenschaft und Technik

Einen traditionellen Zugang zur empirischen Bestimmung der Größe eines Innovationssystems stellen die **Wissenschaftsausgaben** dar (die Summe aus den FuE-Mitteln und den Mitteln für Ausbildung, Lehre, Pflege und Diffusion des Wissens). Während für reine Bildungs- und reine FuE-Einrichtungen die entsprechenden Ausgaben relativ leicht bestimmt werden können, fällt dies für Institutionen, die Forschung **und** Lehre betreiben, schwerer. Es haben sich Quoten eingebürgert, die den einzelnen Fachrichtungen und den einzelnen Hochschultypen gerecht werden sollen. Ob sie zu jedem historischen Zeitpunkt die wirkli-

chen Verhältnisse zwischen Forschungs- und Lehranteilen ausdrücken, darf bezweifelt werden; allerdings ist nicht nur die historische Betrachtung problematisch, sondern auch die der Jetztzeit. Das Arbeiten mit solchen Quoten ist dennoch geübte statistische Praxis in allen OECD-Ländern (Hetmeier, 1990).

Pfetsch (1982) hat sich die Mühe gemacht, die Wissenschaftsausgaben zwischen 1850 und 1975 zusammen zu stellen. Daraus kann man grobe Schätzungen zum Umfang der FuE-Finanzierung ableiten; die Datensätze enthalten aber nur die **öffentlichen Ausgaben**, nicht die privatwirtschaftlichen. Daher muss die Industrieforschung gesondert betrachtet werden (siehe Abschnitt 10.4).

Abb. 10-1: Entwicklung der Wissenschaftsausgaben bezogen auf die Gesamtausgaben der öffentlichen Haushalte



Quelle: Pfetsch (1982), BMBF, Recherchen und Schätzungen von Fraunhofer ISI und IWW.

Um den diffizilen Fragen der Umrechnung verschiedener Währungen aus dem Weg zu gehen, kann die Entwicklung der Wissenschaftsausgaben am Besten auf die **Gesamtausgaben der öffentlichen Haushalte** (ohne Sozialversicherung) bezogen werden. Danach betrugen die Wissenschaftsausgaben der Deutschen Länder vor der Reichsgründung etwa 1 % (Abb. 10-1). Die Reichsgründung führte zu einer zeitweisen Erhöhung auf bis zu 1,7 %, die jedoch ab den 1880er Jahren bis zum Ersten Weltkrieg wieder bis auf fast 1 % absank. Man hüte sich, diesen Rückgang falsch zu interpretieren. Denn der zurückgehende Prozentanteil besagt lediglich, dass sich relativ zu den gestiegenen Wissensausgaben der Staatshaushalt noch stärker aufblähte. Dies ist in Zeiten hoher Staatseinnahmen in einer „einzigartig“ boomenden Wirtschaft (Ziegler 2000) und bei beginnenden erheblichen Rüstungsausgaben nicht erstaunlich.

Die Weimarer Republik erreichte eine verdoppelte Finanzierungsquote der Wissenschaft, die sich im Verlauf der Weltwirtschaftskrisen verliert. Dies geht einher mit der „ungeheuren Kreativität und Experimentierfreude“ der 1920er Jahre als Reflex auf die ökonomischen Turbulenzen (Ambrosius, 2000).[1] Die anlaufende Rüstungsforschung ab ca. 1935 wurde mit Finanztricks und Ausweitung der Staatsausgaben finanziert.

In Westdeutschland wird die Wissenschaftsförderung dramatisch auf bis zu einem Anteil von 5 % an allen öffentlichen Haushalten erhöht, allerdings nur bis in die 1970er Jahre (Hochschulexpansion); danach gehen die Aufwendungen bis zur Vereinigung um fast einen Prozentpunkt zurück. Die Vereinigung schließlich hat das Niveau weiter abgesenkt. Die Angaben beziehen sich auf die Summe von Reichsstellen bzw. Bundeseinrichtungen und die jeweiligen Länder.

Neben dem erwähnten Datensatz hat Pfetsch (1974) eine umfangreiche Analyse der Wissenschaftspolitik in Deutschland von 1850 bis 1914 vorgelegt, indem er den älteren Teil seines Datensatzes auswertete. Beispielsweise findet Pfetsch keine Bestätigung für die These, dass der Staat zyklisch bei zunehmendem ökonomischen Wohlstand auch mehr für Wissenschaft und Technik ausgibt. Trotz einiger Hinweise für eine antizyklische Forschungspolitik zeigt die staatliche **Politik** ein **uneinheitliches Konjunkturverhalten**.

Die staatliche Alimentierung von **Forschung** und **Entwicklung** ist eine typische Angelegenheit von Nachkriegsdeutschland. Bis 1945 spielte der Finanzierungsanteil für FuE unter allen Wissenschaftsausgaben nur eine nachgeordnete Rolle. Zwar betrug in den ersten Jahren der Reichsgründung der Forschungsanteil[2] 20 bis 30 %, er ist dann jedoch bis zum Ersten Weltkrieg bis auf unter 20 % zurückgegangen. Hierzu muss man wissen, dass ein Großteil der Wissenschaftsausgaben des Reichs direkt nach seiner Gründung für Rüstungsaufgaben verwendet wurde. In der Weimarer Republik und im Dritten Reich fluktuierte der FuE-Anteil unter allen Wissenschaftsaufgaben ebenfalls um 20 % (Industrieforschung jeweils ausgenommen).

Nachdem mit der Unterzeichnung der Pariser Verträge 1955 die Forschung auf gewissen Gebieten für die junge Bundesrepublik wieder zulässig wurde, schnellte der FuE-Anteil an den Wissenschaftsaufwendungen rasch an, erreichte zeitweise 70 % und ist erst im Gefolge der neuerlichen Vereinigung wieder zurückgegangen.

Die relativ geringe Bedeutung von FuE im Wissenschaftsbetrieb vor dem Zweiten Weltkrieg wird auch bei der **institutionellen Aufteilung** der Mittel deutlich. Der Löwenanteil fällt auf die Hochschulen aller Art und betrug in den Jahrzehnten vor und nach der Reichsgründung ungefähr 70 % aller staatlichen Wissenschaftsausgaben. Langsam wurden Reichsämter und sonstige Institutionen aufgebaut, so dass der Hochschulanteil an den Wissenschaftsausgaben im beginnenden 20. Jahrhundert auf etwa die Hälfte zurückging. Gut 20 bis 30 % fielen jetzt auf diese Institutionen mit gemischten Aufgaben und knapp 10 % auf Einrichtungen, die ausschließlich FuE betrieben.

---

[1] Unter den Bedingungen der raschen Hervorbringung kriegsrelevanter Technik hatte sich die Umsetzung von Grundlagenforschung in angewandte, die Industrie einbindende Technik drastisch verkürzt; diese elementare Umformung der Wissenschaftsorganisation dauerte im Versailler Frieden fort.

Insgesamt kann bis zum Ersten Weltkrieg eine Hinwendung der Wissenschaftsförderung auf industrierelevante, angewandte Arbeiten diagnostiziert werden (Pfetsch 1974); daraus zu schließen, dass ein Großteil dieser Mittel privaten Unternehmen zur Verfügung gestellt wurde, wie nach dem Zweiten Weltkrieg, ist jedoch nicht richtig. Die Interessen der Wirtschaft zielten weniger auf die Subvention ihrer eigenen FuE, sondern vielmehr auf eine relative Zunahme der staatlichen Förderung produktionsnaher Wissenschaften (also auf die Erzeugung externer Effekte in wissenschaftsgebundenen Industrien).

Abb. 10-2: Entwicklung der Finanzierung der Wissenschaftsausgaben: das Bund-Länder-Verhältnis

1,00
0,90
0,80
0,70
0,60
0,50
0,40
0,30
0,20
0,10
0,00

Finanzierungsanteil Länder

Finanzierungsanteil Bund

1850 1855 1860 1865 1870 1875 1880 1885 1890 1895 1900 1905 1910 1915 1920 1925 1930 1935 1940 1945 1950 1955 1960 1965 1970 1975 1980 1985 1990 1995

Quelle: Pfetsch (1982), BMBF, Recherchen und Schätzungen von Fraunhofer ISI und IWW.

Selbstredend wurden die Wissenschaftsausgaben bis zur Reichsgründung ausschließlich von den Ländern finanziert. Nach der Reichsgründung wird die Zentralgewalt ein mäßiger Förderer mit etwa 20 % aller staatlichen Wissenschaftsaufwendungen; erst in der Weimarer Republik erhöhen sich die Anteile deutlicher (Abb. 10-2). Nach der Besetzung Deutschlands am Ende des Zweiten Weltkriegs tat sich naturgemäß die Bundesregierung schwer, die alte Rolle wieder anzunehmen, zumal einige Forschungsbereiche nicht erlaubt waren (Rüstungs-, Nuklear-, Chemie-, Luftfahrtforschung, etc.). Bundesstellen vergrößerten allerdings systematisch ihren finanziellen Einfluss auf die Wissenschaft bis etwa zu dem Niveau, das im Dritten Reich geherrscht hatte. Seit der neuerlichen Vereinigung zieht sich der Bund in leichtem Ausmaß, aber kontinuierlich aus der anteiligen Wissenschaftsförderung zurück.

Es kann also festgestellt werden, dass nach allen kritischen Umbrüchen (Reichsgründung, Erster Weltkrieg, Zweiter Weltkrieg) jeweils zuerst die **Länder** wichtige Aufgaben in der Wissenschaftsförderung übernahmen, bevor die jeweilige **Zentralgewalt** ihre Rolle finden konnte. Pfetsch (1974) nennt diesen Vorgang nach der Reichsgründung die „**Verreichli-**

---

2 Mit „Forschungsanteil“ meinen wir genauer den „FuE-Anteil“ an allen Ausgaben für Wissenschaft und Technik.

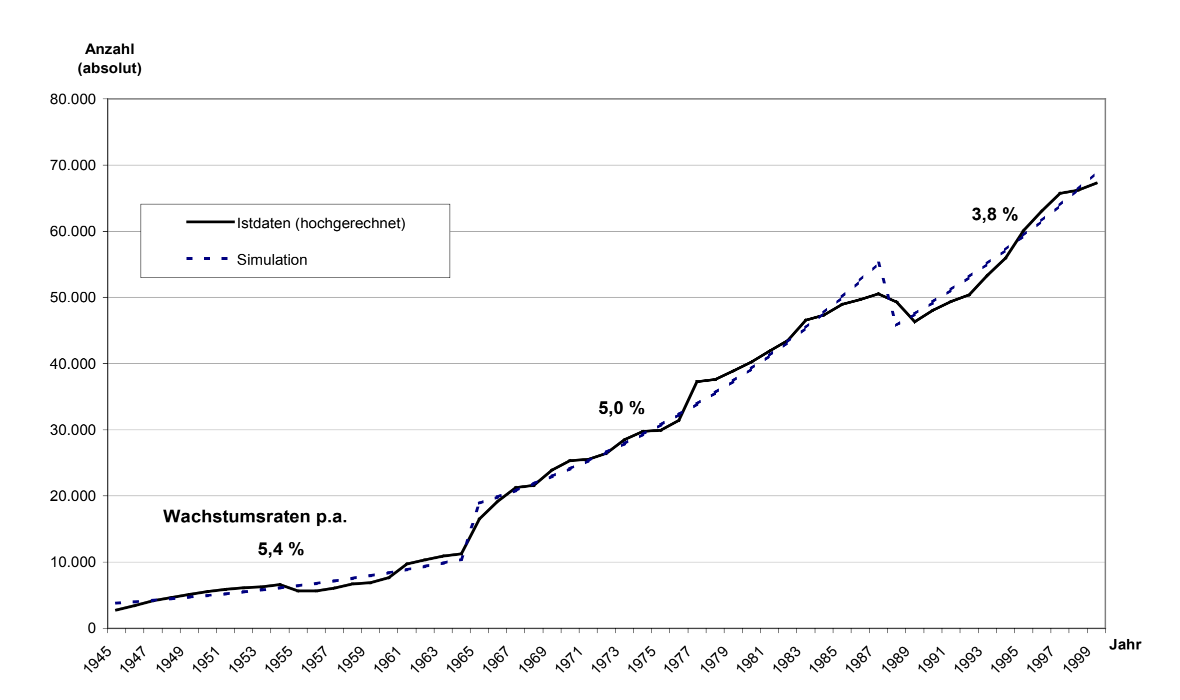
chung“, die auf wissenschaftspolitischem Gebiet vielschichtig und zaghaft einsetzt. Als Folge davon bilden sich vielgestaltige Kooperationsformen zwischen privaten, gemischten, einzelstaatlichen Stellen und Reichsorganen. Das Entgegengesetzte beobachtet man seit 1990: Während der Vereinigung der beiden Wissenschaftssysteme war die Bundesregierung als zentraler Förderer und Organisator dominant, während sich ihre absoluten und relativen Aufwendungen für Wissenschaft danach verringerten.

10.2 Entwicklung der wissenschaftlichen Tätigkeit

Analysen zum Ausmaß der **Publikationstätigkeit** reichen Jahrhunderte zurück; elektronische Datenbanken zur Publikationstätigkeit bis 1900. Eine genaue statistische Analyse ergibt ein nahezu konstantes Wachstum des **weltweiten** Zeitschriftenbestands zwischen 1900 und 1944 von 3,2 % pro Jahr, eine Expansionsphase mit einer wiederum fast konstanten Wachstumsrate von 4,8 % pro Jahr bis 1974 und eine abgeschwächte Wachstumsphase von 3,7 % pro Jahr fast wie in der ersten Hälfte des Jahrhunderts („Jahrhundertstandard“).

Dies hängt offensichtlich mit weltweiten, historischen Strukturbrüchen zusammen. Die Wissenschaft dehnte sich im 19. Jahrhundert bis zum Zweiten Weltkrieg stetig aus. Dies können wir die **Normalentwicklung** nennen. Nach dem Zweiten Weltkrieg, verursacht durch Wirtschaftswunder, Rüstungswettlauf, verstärkte industrielle FuE-Tätigkeit und eine Expansion des Wissenschaftsbetriebs erhöhte sich die Wachstumsrate des wissenschaftlichen Outputs für drei Jahrzehnte auf fast 5 %, die Boomphase. Danach stellte sich wieder die normale Expansionsphase der Vorkriegszeit ein. Diese letzte Phase kann durch das Auslaufen der Hochschulexpansion, die Folgen der schweren Rezession aufgrund der Ölpreiskrise und generell rückgehende wirtschaftliche Zuwachsraten („Limits to Growth“) in Verbindung gebracht werden.

Abb. 10-3: Phasen in der Entwicklung der Publikationstätigkeit in Deutschland seit 1945



Quelle: SCI. Berechnungen und Hochrechnungen von Fraunhofer ISI und IWW.

Das stärkste Anwachsen der deutschen Publikationszahlen (BRD und DDR) wird ab der Mitte der 1960er und in den 1970er Jahren beobachtet (Abb. 10-3). Dies ist in guter Übereinstimmung mit der Beobachtung einer weltweiten Expansion des Wissenschaftssystems, allerdings hat die deutsche Wissenschaft hier einen **Verzug** von fast 20 Jahren, der sich aus der besonderen Situation des Wiederaufbaus und der alliierten Vorbehalte bezüglich gewisser Forschungsgebiete erklärt.

Ende der 1980er Jahre flacht die Wachstumsrate in Deutschland wie auch weltweit ab; nach 1989 kommt es zu einem dramatischen Einbruch in der absoluten Zahl deutscher Artikel. Hier ist zu beachten, dass die Recherchen gemeinsam für West- und Ostdeutschland durchgeführt wurden und hinter diesem Rückgang der Publikationstätigkeit im Wesentlichen der Zerfall bzw. die „Abwicklung“ des ostdeutschen Wissenschaftssystems vermutet werden darf. Eine Rückkehr auf das Publikationsniveau von 1987 ist erst wieder im Publikationsjahr 1993 erreicht worden, wobei ein heftiges Wachstum einsetzt, das antizyklisch zum weltweiten Slowdown verläuft. Eine Simulation des Verlaufs mit drei konstanten Wachstumsraten ist ebenfalls in Abb. 10-3 enthalten; sie verdeutlichen das exponentielle Wachstum.

Zwischen 1974 und 1990 lassen sich die Publikationen aus West- und Ostdeutschland im SCI maschinell vergleichen.[3] Dieser Zeitraum ist von mäßigem Wachstum der Publikationstätigkeit („Jahrhundertstandard“) gekennzeichnet. In den 1970er Jahren betrug der Anteil der Publikationen aus **Ostdeutschland** etwa 16 bis 17 %. Die relativen Bevölkerungsanteile wie auch das Verhältnis des FuE-Personals von Ost- zu Westdeutschland liegt aber bei knapp 30 %, so dass eine schlechtere Repräsentation der wissenschaftlichen Publikationen aus der DDR in der US-basierten Datenbank SCI zu konstatieren ist. Zum Ende der 1980er Jahre ist das Verhältnis der Publikationen aus Ostdeutschland kontinuierlich auf 13 % abgesunken; ob dies auf eine noch schlechter gewordene **Repräsentation** in der Datenbank oder eine absinkende Outputeffizienz der ostdeutschen Forschungstätigkeit zurückzuführen ist, muss dabei offen bleiben.

Das **Profil** der DDR-Forschung gemessen an ihrem Publikationsoutput ähnelt dem der alten Bundesrepublik. Gemessen an den weltdurchschnittlichen Anteilen wurde in beiden Teilen Deutschlands überproportional viel in der Energie- und Nuklearforschung, in der Chemie, der Festkörperphysik und der Mikrobiologie publiziert. Es ist dieser **Strukturähnlichkeit** zuzuschreiben, dass der Rückgang der gesamtdeutschen Publikationstätigkeit nach der Vereinigung so stark ausfiel. Hier waren nicht unterschiedlich spezialisierte Forschungssysteme aus Ost und West zu integrieren, sondern grundsätzlich gleich spezialisierte, was zu der von vielen beklagten „Flurbereinigung“ in Ostdeutschland führte. Unabhängig von einer politischen Bewertung der Abwicklung von DDR-Forschungseinrichtungen muss auf diese Strukturgleichheit hingewiesen werden; offenbar haben 40 Jahre der Teilung nicht ausgereicht, die grundsätzlichen Spezialisierungsmuster der deutschen Forschung in beiden Staaten differenziert zu entwickeln. Im Sinne der **Pfadabhängigkeit** beruhen die Forschungsschwerpunkte weitgehend noch auf den (gemeinsamen) Präferenzen vor der Teilung. Diese einzigartige historische Situation kann als ungewolltes Experiment verstanden

[3] Vgl. auch den letztjährigen Bericht. Wegen des Erscheinungsverzugs wissenschaftlicher Publikationen nach dem Einreichen lässt sich bis zum Jahresende 1990 kein Abnehmen in der Quantität der Literaturproduktion durch die Forscher an DDR-Institutionen wahrnehmen (Weingart et al., 1991, S. 4).

werden: die Grundmuster der wissenschaftlichen Spezialisierung verändern sich auch bei großen politischen Systemänderungen nur sehr langsam (Hinze und Grupp, 1995, S. 65).

Eine weitere Vergleichsmöglichkeit zwischen den **beiden Wissenschaftssystemen** besteht in der Betrachtung der Zitierungsfrequenz. Wissenschaftliche Arbeiten, die häufiger zitiert werden, gelten als bedeutender (in irgendeiner Hinsicht), zum Beispiel, weil sie wichtige Methoden enthalten, auf die viele nachfolgende Autoren zurückgreifen, oder besonders wichtige Ergebnisse (oder Irrtümer, die später zurückgewiesen werden).

Der publizierten DDR-Forschung **fehlt** es fast durchgängig an **weltweiter Ausrichtung** ihrer Ergebnisse (vor allem im angelsächsischen Sprachgebiet). Daher sind die Zitatraten niedrig. Bezieht man die Zitierungsfrequenzen allerdings auf die von den DDR-Autoren ausgewählten Publikationsorgane (die typisch im englischen Sprachraum wenig gelesen werden), dann ergeben sich recht günstige Zitierungsraten im Vergleich zu Artikeln aus anderen Ländern als der DDR, die ebenfalls in diesen Zeitschriften publiziert werden. Stärker beachtet wurden signifikant die **nicht** international ausgerichteten Forschungsbereiche, während die, welche stärkeren Eingang in die internatonale Literatur gefunden haben, in der Fachwelt weniger Beachtung fanden. Ein solcher Zusammenhang besteht für die westdeutsche Forschung in keiner Weise. Hier spielen möglicherweise Kaderfragen und Selektionsmechanismen beim Zugang zu westlichen Zeitschriften eine Rolle.

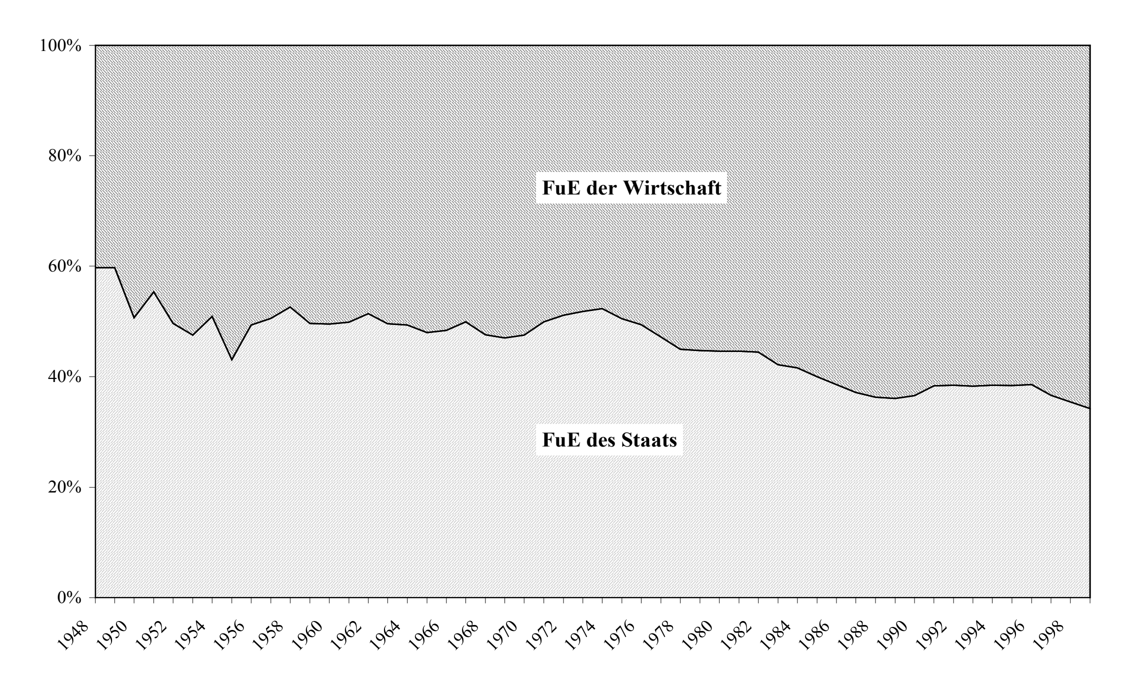
10.3 Industrielle Forschung und Entwicklung in Deutschland

Das wirtschaftliche Wachstum der Industrieländer, insbesondere in Europa, beruht seit der Reichsgründung zunehmend auf der Innovationskraft, die von der **wissenschaftsbasierten Industrie** ausgeht. Es fällt jedoch schwer, den Nachweis steigender FuE-Aufwendungen der Unternehmen für diese unbestrittenen Erfolge zu erbringen. Die heute bekannten Statistiken über FuE-Aufwendungen und -Personal beginnen in einheitlicher Systematik mit dem Jahr 1962 für die alte Bundesrepublik; unter gewissen Annahmen lassen sich die entsprechenden Indikatoren ab 1948/49 rekonstruieren (Abb. 10-4). Demnach hat die Wirtschaft ihr FuE-Budget seit 1948 fast kontinuierlich stärker ausgeweitet als der Staat, dessen Anteil zurzeit bei 40 % liegt.

Die deutsche Industrieforschung gehörte am Ende des 19. und am Beginn des 20. Jahrhunderts zum **Besten**, was in der Industrieforschung weltweit zu finden war. Die Organisation der Industrieforschung hat Modell für viele andere Länder, vor allem die USA, gestanden. Maßgebliche Industrieführer haben den unwilligen Staat zu einem reichseinheitlichen Patentgesetz gedrängt und damit den Monopolschutz privater FuE-Investitionen ermöglicht. Unter Mitwirkung der forschenden Industrie ist 1917 der deutsche Normenausschuss gegründet worden. Bei dieser Vorbildrolle ist es kein Wunder, dass die deutsche Industrieforschung auch viele Ausländer beschäftigte: Deutschland war als das führende Innovationsland bei jungen ausländischen Wissenschaftlern sehr populär. Insbesondere Amerikaner kamen nach einer praxisorientierten Ausbildung für ihre Promotion und eventuell einige Arbeitsjahre in der Industrieforschung ins Deutsche Reich. Von 1831 bis 1913 war auch der Anteil der ausländischen Patenterteilungen mit einem Durchschnittswert von 35 % sehr hoch. Nach dem Ersten Weltkrieg und den Autarkiebestrebungen der 1930er Jahre sank der Ausländeranteil um bis zu 10 % ab, blieb aber entgegen allen Spekulationen eine be-

deutende Größe. Die Industrieforschung wurde zunehmend der Kriegswirtschaft der Nationalsozialisten untergeordnet. Zu diesem Zeitpunkt waren aber viele maßgebliche Wissenschafts- und Förderorganisationen der Industrie bereits gegründet worden; ihre Rechtsnachfolger existieren z. T. noch heute.

Abb. 10-4: *Entwicklung der FuE-Aufwendungen des Staates und der Wirtschaft im Verhältnis zueinander 1948 - 2000*



Quelle: BMBF. Berechnungen und Schätzungen von Fraunhofer ISI und IWW.

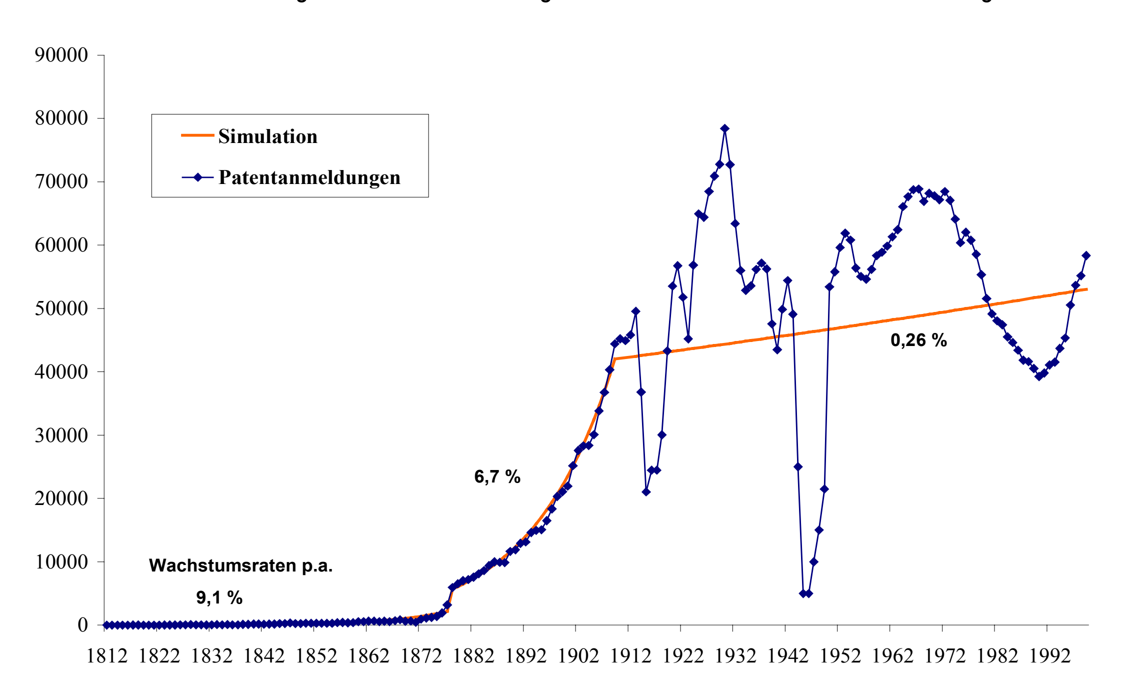
10.4 Entwicklung der Erfindungstätigkeit in Deutschland

Der hier zu berücksichtigende Zeitraum ist in der Patentstatistik lückenlos enthalten. In einzelnen deutschen Ländern wurden ab etwa 1820 Patente angemeldet, und zwar unter dem Einfluss der napoleonischen Gesetzgebung ausgehend von der Südschiene. Am 1. Juli 1877 vereinheitlichte ein im Deutschen Reich allgemein erlassenes und gültiges **Patentgesetz** die Verfahren. Das Entstehen von Patentgesetzen in Deutschland folgt somit dem wissenschaftlich-technischen Innovationsschub im 19. Jahrhundert, an dessen Ende Deutschland zu einer der führenden Industrienationen wurde. Etwa um die Jahrhundertmitte waren die lokalen, weitgehend abgeschotteten Märkte aufgelöst und die deutsche Wirtschaft in die rasch expandierende Weltwirtschaft integriert (Ziegler, 2000, und North, 2000).

Die Patentstatistik in Deutschland kann seit 1879 **maschinenlesbar** erschlossen werden. Nimmt man zunächst die gesamte Patenttätigkeit in Deutschland in den Blick (Abb. 10-5), so muss man feststellen, dass die zeitliche Entwicklung in ihrer Dynamik von dem der wissenschaftlichen Tätigkeit (Publikationsstatistik) stark abweicht. Das **stärkste Wachstum** auf niedrigem Niveau findet seit 1820 bis zur Gründung des Deutschen Reiches statt; die Wachstumsrate der deutschen Länder insgesamt ist etwa konstant mit einem kriegsbedingten Einbruch 1870/71. Nach Einführung des reichsweiten Patentgesetzes schnellt die Zahl von Anmeldungen und Erteilungen innerhalb von wenigen Jahren nach oben und wächst

weiterhin mit einer konstanten Rate an, die nun aber – auf wesentlich höherem Niveau – nicht mehr so groß ist wie vor 1870. Der Erste Weltkrieg bringt dieses fast ein Jahrhundert währende Wachstum zu Ende; die Jahresproduktion an Patenten halbiert sich. Ab etwa 1920 ist eine wechselvolle Entwicklung zu diagnostizieren, die jedoch im Ganzen **bis zum Jahr 2000 zu einem Nullwachstum** führt. Fast für dieses ganze Jahrhundert beträgt die Zahl der jährlichen Patentanmeldungen in Deutschland etwa 50.000 bis 60.000. Im Bereich der „Triadeländer" (USA, Japan, Europäische Union) hat Deutschland damit eine der höchsten Patentproduktivitäten pro Beschäftigtem.

Abb. 10-5: Entwicklung der Patentanmeldungen in Deutschland von 1812 bis zur Gegenwart



Quelle: PATPLUS/EDOC/PATDPA. Berechnungen von Fraunhofer ISI und IWW.

Von dieser Faustregel abweichend ist ein Wachstum in der **Weimarer Republik** bis zum Beginn des Dritten Reichs zu beobachten, ein sehr **tiefer Einbruch** im Zweiten Weltkrieg, der wesentlich tiefer als der Einbruch im Ersten Weltkrieg ausfällt, und eine Rückkehr zum säkularen Wert bis etwa 1960. Ein weiterer Boom folgt bis 1975 und eine tiefe Rezession setzt für die Jahre danach ein, die erst in der Mitte der 1990er Jahre überwunden ist.

Es ist noch nicht untersucht worden, ob sich diese Wachstumszyklen **allein** aus ökonomischen Gründen erklären lassen. Der wirtschaftliche Boom nach der Reichsgründung ist sattsam bekannt (Ziegler, 2000); ebenso die große Rezession nach der Ölpreiskrise 1973, die dem Wirtschaftswunder folgte. Ob aber das Abebben der Erfindungstätigkeit am Beginn des Dritten Reiches allein ökonomisch erklärt werden kann, oder ob hier eine andere Patentierungspraxis (zum Beispiel durch höhere Geheimhaltung in der beginnenden Kriegswirtschaft, durch Vertreibung oder Abwanderung jüdischer Wissenschaftler) ursächlich ist, muss derzeit in quantitativer Hinsicht offen bleiben. Ebenso wird noch zu klären sein, warum die anwachsenden FuE-Budgets nach dem Zweiten Weltkrieg nicht zu steigenden Patentaktivitäten geführt haben. Offenbar ist bei diesem Rückgang der Patentintensität ein ökonomisches Kalkül am Wirken, das nicht von den FuE-Inputs allein getrieben wird.

Für die **bisherige DDR** galten patentrechtlich bestimmte, vom Westen abweichende Verhältnisse, die von der Auffassung vom sozialistischen Eigentum bestimmt waren. Deshalb lassen sich die inländischen Patentanmeldungen am ehemaligen Amt für Erfindungs- und Patentwesen der DDR (AfEP) kaum mit denen im Westen vergleichen (Hinze und Grupp, 1995, S. 42f.). Die grundsätzlichen Rahmenbedingungen für die Schutzrechtsarbeit in der DDR sind im Patentgesetz vom 6.9.1950 fixiert (Albrecht et al., 1991). Dennoch ist eine Patenttätigkeit aus der DDR in Westeuropa in den ersten Jahren schwer festzustellen. Dies hängt mit der national unterschiedlichen Handhabung der Anerkennung der DDR als selbstständigem Staat zusammen. DDR-Erfinder operierten zum Teil von Adressen aus der Bundesrepublik aus. Trotz dieser Unwägbarkeiten ist ein Ansteigen der Patenttätigkeit von DDR-Erfindern bis etwa 1983/84 erkennbar. Danach stagnieren die Zahlen, seit 1987 sinken sie ab. Denselben Trend auf höherem Niveau zeigen die Inlandspatentanmeldungen der DDR, so dass der **Rückgang der Inventionstätigkeit** vor der Vereinigung zweifelsfrei belegt ist. Dies kann ursächlich und signifikant damit erklärt werden, dass seit 1981 der Anteil der FuE-Beschäftigten im Wirtschaftssektor der DDR kontinuierlich abnahm; ebenso gingen die finanziellen Mittel für FuE im Wirtschaftssektor zurück.

Interessant ist der Spezialisierungsvergleich des **Patentportfolios der DDR** mit Westdeutschland. Gemäß einer Einteilung der gesamten Technik in 28 Gebiete liegen die besonderen Stärken der DDR auf den Gebieten Papier und Druck, Textil, Werkzeugmaschinen, Handhabung, optische Geräte und Messtechnik. Dieses Spezialisierungsprofil ist über die Jahre sehr konstant. Insbesondere entspricht das Patentprofil der 1990er Jahre in den neuen Bundesländern (incl. Ostberlin) weitgehend dem der DDR Ende der 1980er Jahre (Schmoch und Saß, 2000). Frappierend ist dabei außerdem, dass es mit dem Westdeutschlands korreliert. Trotz völlig unterschiedlicher ökonomischer Verhältnisse zeigen sich in der Technik in weiten Bereichen **Übereinstimmungen** zwischen West- und Ostdeutschland bis zur Vereinigung (Grupp und Schmoch, 1992). Dies wurde auch bereits für den Bereich der Grundlagenforschung (Publikationsstatistik) festgestellt und mit Pfadabhängigkeiten erklärt (Abschnitt 10.2).

Die DDR blieb hinsichtlich des Wissenschaftsbezugs ihrer Technik relativ konstant hinter den Industrieländern zurück. Gleiches gilt aber auch für Westdeutschland, nur ist der Abstand zum Weltdurchschnitt hier deutlich geringer. Bei der Vereinigung Deutschlands 1990 trafen im Bereich der Technik zwei etwa **gleich spezialisierte** Systeme aufeinander. Es galt nicht, die Stärken der einen mit den Schwächen der anderen Seite zu integrieren, vielmehr waren die starken Gebiete auf beiden Seiten gut besetzt und wurden die schwachen auf beiden Seiten vernachlässigt. Trotz des ausgedehnten und auf die Größe der DDR bezogen ausgesprochen großen Wissenschaftsbetriebs konnte die technische Entwicklung dort nicht stärker davon profitieren und ist vergleichsweise **wissenschaftsarm** geblieben – die zentrale Planwirtschaft ließ eine effektivere Umsetzung wissenschaftlicher Erkenntnisse in Innovationen nicht zu.

10.5 Rückblick als Ausblick

Mit dem in diesem Rückblick vorgelegten Kranz von Indikatoren auf nationaler Ebene entsteht ein dichtes Bild zum Umfang der Innovationstätigkeit in Deutschland in den letzten

mehr als einhundert Jahren. Für die zeitgenössische Technologiepolitik bietet der historische Rückblick eine neue Perspektive: So kann man etwa die heutigen Globalisierungstendenzen in FuE durchaus als Renaissance des vorvorigen Jahrhundertwechsels interpretieren: Vor den Autarkie- und Kriegsbestrebungen des nationalsozialistischen Deutschland war das Innovationssystem in ähnlicher Weise internationalisiert, wenn auch vielleicht nicht in gleichem quantitativen Ausmaß. Allerdings haben sich jetzt auch die logistischen Möglichkeiten zum Wissensaustausch sowie die Mobilitätsunterstützung sehr verbessert.

Während bei allen früheren Krisen die jeweilige Zentralgewalt keine „ruhende Säule“ in Forschung und Entwicklung war, sondern der Wissenschaftsbetrieb von den Ländern aufrecht erhalten und wieder aufgebaut wurde, hat sich die Rolle des Bundes im Innovationsgeschehen bei der neuerlichen deutschen Vereinigung souverän behauptet, während der Anteil der Wirtschaftsunternehmen an der Finanzierung von FuE gegenüber den Staatsorganen ungebrochen an Einfluss gewinnt. Dies war vor einhundert Jahren bestimmt nicht so.

Vor allem aber fällt auf, dass das deutsche Innovationssystem trotz mehrerer **politischer Systemwechsel** im vergangenen Jahrhundert von einer bemerkenswerten Struktur-Persistenz ist, was seine spezifischen Stärken und was seine Reaktionsmuster auf politische und ökonomische Herausforderungen anbelangt – und dies trotz extrem unterschiedlicher Effizienz. Dies rechtfertigt, hinter den veränderbaren politischen Systemen eine ausgesprochen **resistente Innovationskultur** zu vermuten. Die mentale Verfassung der Forscher, das Selbstverständnis der Unternehmen und Konsumenten sowie das gesellschaftliche Aushandeln von Prioritäten reagieren nicht ohne weiteres auf Außenanreize monetärer oder institutioneller Art, auch wenn diese nicht nur kurz anhalten sollten. Technologiepolitisch wird diese Innovationskultur grundsätzlich kaum zu verändern sein, vor allem nicht mit den bisher eingesetzten Steuerungsmechanismen. Selbst eine Einmauerung des Teilsystems in der ehemaligen DDR und seine Unterwerfung unter kommunistischen Kurs konnten wenig an den grundsätzlichen Orientierungen ändern.

Es gab und gibt im technisch-wissenschaftlichen Bereich wohl ein spezifisch **deutsches Verständnis** von der Eröffnung und Verfolgung neuer Technologiepfade. Den technisch-naturwissenschaftlichen Eliten Deutschlands ist es unter jedwedem politischen System gelungen, ihr kollektives Forschungsprofil wie auch ihre Werte durchzusetzen. Diese lang anhaltende, wenn nicht dauerhafte kulturelle Prägung ist nur mit historischen Längsschnitten beizukommen, wie sie gerade die evolutorische Institutionenökonomie fordert. Weitere Erhellungen der Innovationsgeschichte Deutschlands vor allem auch auf einzeltechnologischer und Sektorebene können hier weiteres Verständnis bringen.[4] Produktivitäts-, Wachstums- und Weltmarktanalysen sollten im Längsschnitt angefertigt werden sowie internationale Vergleiche, um den Rückblick für die Einordnung der heutigen Verhältnisse noch fruchtbarer zu machen.

[4] Die Arbeiten im Rahmen des vom BMBF finanzierten Verbunds „deutsche Innovationskultur“ werden fortgesetzt.

Literaturverzeichnis

ADT, Projekt ATHENE – Ausgründungen technologieorientierter Unternehmen aus Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen, Berlin, Arbeitsgemeinschaft Deutscher Technologie- und Gründerzentren, 1998.

Albach, H., de Pay, D., Rojas, R. 1989, Der Innovationsprozess bei kulturspezifisch unterschiedlich innovationsfreudigen Konsumenten, **Zeitschrift für Betriebswirtschaft** Ergänzungsheft (1), S. 109-129.

Albrecht, E., Dohnert, O., Schneider, M., Bourcevet, H., DDR-Forschung im internationalen Vergleich unter Zugrundelegung der Patentstatistik, Studie für den Wissenschaftsrat, Sektion Wissenschaftstheorie und Wissenschaftsorganisation, Humboldt-Universität, Berlin, 1991.

Ambrosius, G., Von Kriegswirtschaft zu Kriegswirtschaft 1914 – 1945, in North, S. 282-350, 2000.

Arnold, H. M., **The Recent History of the Machine Tool Industry and the Effects of Technological Change**, Münchner Betriebswirtschaftliche Beiträge 2001-14, LMU, München, 2001.

Arvanitis, S., Hollenstein, H., Technologiestandort Schweiz im Zuge der Globalisierung: Eine explorative Analyse der F&E-Aktivitäten schweizerischer Industrieunternehmen im Ausland, **Schweizerische Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik**, 137 (2), S. 129-148, 2001.

Barré, R., **Sense and nonsense of S&T productivity indicators**, Science and Public Policy, 28 (4), S. 259-266, 2001.

Bartlett, A., Ghoshal, S., Managing innovation in the transnational corporation, in: Bartlett, Ch., Doz, Y., Hedlund, G. (eds), 1990, **Managing the global firm**, London, Routledge, S. 215-255, 1990.

Beise, M., Lead Markets: **Country Specific Success Factors of the Global Diffusion of Innovations**, ZEW Economic Studies, Vol. 14, Heidelberg, 2001.

Beise, M. Cleff, Th., Heneric, O., Rammer, C., Lead Market Deutschland: Zur Position Deutschlands als führender Absatzmarkt für Innovationen, Mannheim, ZEW Dokumentation, 2002.

Belitz, H., Beise M., Internationalisation of R&D in Multinational Enterprises: The German Perspective, in: Barell, R., Pain, N. (ed.), **Innovation, Investment and the Diffusion of Technology in Europe – German Direct Investment and Economic Growth in Postwar Europe**, Cambridge, Cambridge University Press, S. 89-119, 1999.

Belitz, H., Fleischer, F., Stephan, A., Staatliche Förderung von Forschung und Entwicklung in der ostdeutschen Wirtschaft – Eine Bilanz, **DIW-Wochenbericht** vom 30. August, S. 537-544, 2001.

Belsley, D., Kuh, E., Welsch, R., **Regression Diagnostics**. New York: John Wiley & Sons, 1980.

Bernal, J. D., **The Social Function of Science**, London, George Routledge & Sons, 1939.

Bingmann, H., Antiblockiersystem und Benzineinspritzung, in: H. Albach (Hrsg.), **Culture and Technical Innovation: A Cross-Cultural Analysis and Policy Recommendations**, Berlin, New York, S. 767-821, 1993.

Blind, K., Grupp, H., **Gesamtwirtschaftlicher Nutzen der Normung, Volkswirtschaftlicher Nutzen: Zusammenhang zwischen Normung und technischem Wandel, ihr Einfluss auf die Gesamtwirtschaft und den Außenhandel der Bundesrepublik Deutschland**, Deutsches Institut für Normung, Berlin 2000.

Blind, K., The Impact of Intellectual Property Rights on the Propensity to Standardise at Standardisation Development Organisations: An International Cross-Section Analysis, in: **Standards, Compatibility and Infrastructure Development**, hrsg. von K. Dittrich und T. Egyedi, Delft, S. 11-27, 2001.

BMBF (Hrsg.), **Zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands, zusammenfassender Endbericht 2000**, Bonn, 2001.

Boch, R. (Hrsg.), **Patentschutz und Innovation in Geschichte und Gegenwart,** Frankfurt a. M., Peter Lang,1999.

Committee on Optical Science and Engineering, **Harnessing Light. Optical Science and Engineering for the 21th Century**, Washington, 1998.

Coopersmith, J., Facsimile's false starts, **IEEE spectrum**, February, S. 46-49, 1993.

Czarnitzki, D., Rammer, C., Innovationsimpulse aus der Wissenschaft - Ergebnisse aus der Innovationserhebung, in: U. Schmoch, G. Licht, und M. Reinhard (Hrsg.), **Wissens- und Technologietransfer in Deutschland**, Stuttgart, 271-282, 2000.

Czarnitzki, D., Rammer, C., Spielkamp, A., Interaktion zwischen Wissenschaft und Wirtschaft, ZEW-Dokumentation Nr. 00-14, Mannheim, 2000.

Dichtl, E., Hardock, P., **Produktionsverlagerung von Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus ins Ausland.** Ergebnisse einer empirischen Studie, Impuls-Stiftung für den Maschinenbau, Endbericht, 1997.

DIN, **DIN Geschäftsbericht**, Berlin, 2000.

Döhrn, R., Radmacher-Nottelmann, N., A Database on the Globalization of German Manufacturing Companies: Conception and some Results, RWI-Papiere Nr. 69, Essen, 2000.

Dohrn-van Rossum, G., Erfinder und Erfinderschutz im Spätmittelalter und in der Frühen Neuzeit**,** in Boch, S. 39-50, 1999.

Economides, N., Himmelberg, Ch., Critical Mass and Network Size with Application to the US FAX Market, mimeo, 1995.

Erker, P., Die Verwissenschaftlichung der Industrie. Zur Geschichte der Industrieforschung in den europäischen und amerikanischen Elektrokonzernen 1890 – 1930, **Zeitschrift für Unternehmensgeschichte,** 35, S. 73-94, 1990.

Farrell, J., Standardization and Intellectual Property, **Jurimetrics Journal**, S. 35-50, 1989.

Fleischer, M., **The Inefficiency Trap. Strategy Failure in the German Machine Tool Industries**, Berlin: Edition Sigma, 1997.

Freeman, C., **Measurement of output of research and experimental development, Statistical Reports and Studies,** Paris, UNESCO, 1969.

Freeman, C., **The Economics of Hope**, London, Pinter Publishers, 1992.

Gerybadze, A., Meyer-Krahmer, F., Reger, G., **Globales Management von Forschung und Innovation**, Stuttgart, Schäffer-Poeschel, 1997.

Grupp, H., **Messung und Erklärung des Technischen Wandels – Grundzüge einer empirischen Innovationsökonomik**, Berlin, Springer-Verlag, 1997.

Grupp, H., Jungmittag, A., Schmoch, U., Legler, H., **Hochtechnologie 2000: Neudefinition der Hochtechnologie für die Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands**, Karlsruhe, Fraunhofer ISI, 2000.

Grupp, H., Schmoch, U., Hinze, S., International Alignment and Scientific Regard as Macroindicators for International Comparisons of Publications, **Scientometrics** 51 (2), S. 359-380, 2001.

Grupp, H., Schnöring, Th. (Hrsg.), **Forschung und Entwicklung für die Telekommunikation – Internationaler Vergleich mit zehn Ländern**, 2 Bände, Berlin, Heidelberg, New York, Springer-Verlag, 1990 und 1991.

Grupp, H., **Technologie am Beginn des 21. Jahrhunderts**, Heidelberg, Physica Verlag, 2. Auflage, 1995.

Härtel, H.-H., Ostdeutschland im nationalen und europäischen Regionalvergleich, **Wirtschaftsdienst** 2001/V, S. 292-296, 2001.

Herrmann-Koitz, C., Konzack, T., Ständert, P., Strukturelle Analyse der Entwicklung von FuE-Potenzialen im Dienstleistungssektor und verarbeitenden Gewerbe in den neuen Bundesländern, erarbeitet im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie, Berlin, 2001.

Hetmeier, H.-W., Öffentliche Ausgaben für Forschung und experimentelle Entwicklung 1987, **Wirtschaft und Statistik**, 2/1990, S. 123-129, 1990.

Hicks, D., Breitzman, A., Sr. Hamilton, K., Narin, F., Research excellence and patented innovation, **Science and Public Policy**, 27 (5), S. 310-320, 2000.

Hinze, S., Grupp, H., Ein Rückblick auf Wissenschaft und Technik in der ehemaligen DDR: Ostdeutschlands Forschungs- und Entwicklungspotential, in Holland und Kuhlmann, S. 41-86, 1985.

HIS, (Hrsg.), Wahrnehmung und Bedeutung der Arbeitsmarktaussichten bei Studienentscheidung und im Studienverlauf, Hochschul-Informations-System, Hannover, 2001.

Hoffmann, W. G., **Das Wachstum der Deutschen Wirtschaft seit der Mitte des 19. Jahrhunderts**, Berlin, Springer-Verlag, 1965.

Holland, D., Kuhlmann, S., **Systemwandel und industrielle Innovation**, Heidelberg, Physica- Verlag, 1995.

Ifo/VDMA, **Monitoring the Evolution of the Competitiveness of the EU Mechanical Engineering Industry**; 4th update of the statistical annex (http://europa.eu.int/comm./enterprise/mechan_equipment/engin/study.htm), 2001.

IZA, (Hrsg.), Die Nachfrage nach internationalen hochqualifizierten Beschäftigten, Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, Bonn, 2001.

Janz, N., Ebling, S., Gottschalk, T., Hempell, B., Peters, G., Niggemann, N., **Innovationsverhalten der deutschen Wirtschaft**. Ergebnisse der Erhebungen 2000, Mannheim, 2001.

Jorde, T. M., Teece, D. J., Innovation and Cooperation: Implications for Competition and Antitrust, **Journal of Economic Perspectives**, 4, S. 75-96, 1990.

Jungmittag, A., Blind, K., Grupp, H., Innovation, Standardization and the Long-term Production Function: A Co-Integration Approach for Germany, **Zeitschrift für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften**, 119, S. 205-222, 1999.

Kinkel, S., Lay, G., Schirrmeister, E., Wengel, J., Die Arbeitswelt der Auszubildenden – zukunftsweisend oder von gestern? Mitteilungen aus der Produktionsinnovationserhebung 24, Fraunhofer ISI, 2001.

Kraus, J., **PISA und die Spaßgesellschaft**, - Ein Plädoyer für Ernsthaftigkeit und Ehrlichkeit, Forschung & Lehre 2/2002, S. 76-77, 2002.

Leewen, T. N. van, Moed, H. F., Tijssen, R.J.W., Visser, M. S., Raan, A.F.J. van, Language biases in the coverage of the *Science Citation Index* and its consequences for international comparisons of national research performance, **Scientometrics** 51(1), S. 335-346, 2001.

Lenkungskreis Optische Technologien für das 21. Jahrhundert (Hrsg.), Deutsche Agenda Optische Technologien für das 21. Jahrhundert, Düsseldorf, 2000.

Lichtblau, K., Stolte, I., **Internationaler Renditevergleich im Maschinenbau – Empirischer Befund und Ursachen**, Köln, Deutscher Institutsverlag, 2001.

Logeman, D. et al., **Projektgruppe „Multimediale Präsentationen im Gesundheitswesen (MPiG)"**, „Multimedia – Eine Einführung", Veröffentlichung im WWW unter http://informatik.uni-oldenburg.de/~mpig/seminarphase/test.html., 1996.

Mansbrügge, A., Idiosynkrasien als Movens und Rückstand**, Trans-Internet-Zeitschrift für Kulturwissenschaften** 9, März 2001.

Matthies, H., Kuhlmann, E., Oppen, M., Simon, D., **Karrieren und Barrieren im Wissenschaftsbereich, Geschlechterdifferenzierte Teilhabechancen in außeruniversitäten Forschungseinrichtungen**, Berlin, edition sigma, 2001.

Nicolay, R., Wimmers, S., Kundenzufriedenheit der Unternehmen mit Forschungseinrichtungen - Ergebnisse einer Unternehmensbefragung zur Zusammenarbeit zwischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen, Bonn, Berlin, 2000.

NIW, DIW, Fraunhofer ISI, ZEW, WSV, BMBF (Hrsg.), **Indikatorenbericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands**, Hannover/Berlin/Essen/Karlsruhe/Mannheim, 2001.

North, M. (Hrsg.), **Deutsche Wirtschaftsgeschichte**, München, C. H. Beck, 2000.

North, M., Einleitung, in derselbe, S. 11-14, 2000.

Ochel, W., Aus- und Weiterbildung für unternehmensbezogene Dienstleister, **ifo Schnelldienst** 22, S. 17-21, 2001.

OECD, **Analytical Report on High Tech Spin-offs**, Paris (DSTI/STP/TIP/7), 2000.

OECD (Hrsg.), **Lernen für das Leben**, Erste Ergebnisse der internationalen Schulleistungsstudie Pisa 2000, Paris, OECD, 2001a.

OECD, **Education at a Glance**. Organisation for Economic Co-Operation and Development Indicators, 2001 Edition, Paris, 2001b.

OECD, **Beyond The Hype**, Paris, 2001c.

OECD, Programme for International Student Assessment, Schülerleistungen im Vergleich, Paris, 2001d.

OECD, **Special Issue on Fostering High-tech Spin-offs**: **A Public Strategy for Innovation** (= STI Review 26), Paris: OECD, 2001e.

Pfetsch, F. R., **Datenhandbuch zur Wissenschaftsentwicklung**, Köln, Zentrum für historische Sozialforschung, 1982.

Pfetsch, F. R., **Zur Entwicklung der Wissenschaftspolitik in Deutschland 1750 – 1914,** Duncker & Humblodt, Berlin, 1974.

Reger, G., Beise, M., Belitz, H., **Innovationsstandorte multinationaler Unternehmen: Internationalisierung technologischer Kompetenzen in der Pharmazie, der Halbleiter- und Telekommunikationstechnik**, Heidelberg, Physica, 1999.

Roscher, W., **Grundlagen der Nationalökonomie**, Stuttgart, J. G. Cotta'sche Buchhandlung, 18. Auflage, 1886.

Scherer, M., **International high-technology competition**, Cambridge, 1992.

Schmoch, U., Wissens- und Technologietransfer aus öffentlichen Einrichtungen im Spiegel von Patent- und Publikationsindikatoren, in: U. Schmoch, G. Licht, und M. Reinhard (Hrsg.), **Wissens- und Technologietransfer in Deutschland**, Stuttgart, 17-37, 2000.

Schmoch, U., **Interaktion von akademischer und industrieller Forschung**; Habilitationsschrift, Karlsruhe, 2002.

Schmoch, U., Saß, U., Erfassung der technologischen Leistungsfähigkeit der östlichen Bundesländer mit Hilfe von Patentindikatoren, Bericht an das BMBF, Karlsruhe, FhG-ISI, 2000.

Schumpeter, J. A., **Capitalism, Socialism and Demogracy**, New York, 1942, zitiert nach der deutschen Übersetzung, 4. Auflage, München 1975.

Schumpeter, J. A., **Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung**, München und Leipzig, 1911, zitiert nach der sechsten Auflage, Berlin, 1964.

Smith, J. K. jr., The Scientific Tradition in American Industrial Research, **Technology & Culture 31**, S. 121-131, 1990.

Staatsministerium Baden-Württemberg (Hrsg.), **Bericht der Zukunftskommission Wirtschaft 2000**, Stuttgart, 1993.

Sternberg, R., Bergmann, H., Tamásy, C., Global Entrepreneurship Monitor, Unternehmensgründungen im weltweiten Vergleich. Länderbericht Deutschland 2001, Köln, 2001.

Stifterverband für die deutsche Wissenschaft – Wissenschaftsstatistik (Hrsg.), **FuE-Datenreport 2001**. Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft 1999-2000. Bericht über die FuE-Erhebung 1999, Essen, 2001.

Stifterverband: FuE-Datenreport, **Bericht über die Erhebung 1999**, Essen, 2001.

Straßberger, F. u.a., **Wirtschaftsstrukturen im internationalen Vergleich**, Beitrag des DIW zur „Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 1997" im Auftrag des BMBF, Berlin, 1997.

SV-Wissenschaftsstatistik, Datenreport 1999, **Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft 1997-1999**, Essen, 1999.

van Leeuwen, T. N., Moed, H. F., Tijssen, R. J. W., Vissier, M. S., van Raan, A. F. J., **Language biases in the coverage of the *Science Citation Index* and its consequences for international comparisons of national research performance**, Scientometrics, 51 (1), S. 335-346, 2001.

VDMA, **Ingenieure und Facharbeiter in der Investitionsgüterindustrie**, Frankfurt, 2001.

Vieweg, H.-G. u. a., Der mittelständische Maschinenbau am Standort Deutschland – Chancen und Risiken im Zeitalter der Globalisierung und „New Economy"; Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie, München, 2001.

Wagner-Döbler, Berg, R. und J., Nineteenth-Century Mathematics in the Mirror of Its Literature: A Quantitative Approach, **Historia Mathematica** 23, S. 288-318, 1996.

Weingart, P., Strate, J., Winterhager, M., Bibliometrisches Profil der DDR, Bericht an den Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft und den Wissenschaftsrat, Universitätsschwerpunkt Wissenschaftsforschung, Universität Bielefeld, 1991.

Wolf, E., Ingenieure und Facharbeiter im Maschinen- und Anlagenbau und sonstigen Branchen – Analyse der sozialdemographischen Struktur und der Tätigkeitsfelder, ZEW-Dokumentation 99-05, Mannheim, 1999.

Yoffie, D. B. (Hrsg.), **Competing in the age of digital convergence**, Boston, 1997.

ZEW (Hrsg.), IKT-Fachkräftemangel und Qualifikationsbedarf, Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, Mannheim, 2001.

ZEW, Branchenreport Dienstleistungen, 2001.

Ziegler, D., Das Zeitalter der Industrialisierung, in North, S. 102-281, 2000.

Zimmermann, V., Zur Position von kleinen und mittleren Unternehmen aus den neuen Bundesländern im Innovationswettbewerb, (http://europa.eu.int/comm./enterprise/mechan_equipment/engin/study.htm), 2002.

Verzeichnis der Abkürzungen

a. a. O.	Am angegebenen Ort
Abb.	Abbildung
ANBERD	Analytical Business Expenditure on Research and Development
ASEAN	Association of Southeast Asian Nations
AUS	Australien
AUT	Österreich
BA	Bundesanstalt für Arbeit
BAFöG	Bundesausbildungsförderungsgesetz
B+E	Beleuchtung und Energie
BEL	Belgien
BIBB	Bundesinstitut für Berufsbildung
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BMBF	Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
BPW	Bruttoproduktionswert
CAN	Kanada
CD	Compact Disc
CEPII	Centre d'Études Prospectives et d'Informations Internationales
CHN	China
CIM	Computer Integrated Manufacturing
CIS	Community Innovation Survey
CLFS	Community Labour Force Survey
CNC	Computerized Numerical Control
CVTS	Common Vocational Training Survey
CZE	Tschechische Republik
DEN	Dänemark
DIHT	Deutscher Industrie- und Handelstag
DIN	Deutsches Institut für Normung
DIW	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
DL	Dienstleistung(en)
DM	Deutsche Mark
DPMA	Deutsches Patent- und Markenamt
DV	Datenverarbeitung
EUR (€)	Euro
E-Commerce	Elektronischer Handel (Internet)
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
EN	Europäische Norm

EPA	Europäisches Patentamt
EPAT	Patentdatenbank des Europäischen Patentamtes
ESA	European Space Agency
ESP	Spanien
EST	Estland
EU	Europäische Union
Eureka	Europäische Initiative für anwendungsorientierte Forschung- und Entwicklungsvorhaben in Unternehmen und Forschungseinrichtungen
Eurostat	Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaft
FBG	Früheres Bundesgebiet
FEK	Forschung, Entwicklung und Konstruktion
FH	Fachhochschule
FhG	Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V.
FhG-ISI	Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung
FIN	Finnland
FRA	Frankreich
Fraunhofer ISI	*siehe FhG-ISI*
FuE	Forschung und Entwicklung
GBOARD	Total Government Budget Appropriations or Outlays for Research and Development
GBR	Großbritannien und Nordirland
GDP	Gross Domestic Product (Bruttoinlandsprodukt)
GEM	German Economic Monitor
GER	Deutschland
GERD	Gross Domestic Expenditure on Research and Development
GRE	Griechenland
HOK	Hongkong
HRST	Human Resources in Science and Technology
HS	Harmonisiertes System der Außenhandelsstatistik
HUN	Ungarn
HT	Hochwertige Technik
H.v.	Herstellung von ...
IALS	International Adult Literacy Survey
ICS	International Classification for Standards
ifo	Institut für Wirtschaftsforschung
IIT	Intraindustrieller Handel
IKT	Informations-Kommunikationstechnologie
ILO	International Labour Office
IMD	International Institute for Management Development
IND	Indien
INPI	Institut National de la Propriete Industrielle (französisches Patentamt)

IPC	Internationale Patentklassifikation
IRL	Republik Irland
ISCED	International Standard Classification for Education
ISCO	International Standard Classification of Occupations
ISI	*siehe FhG-ISI*
ISIC	International Standard Industrial Classification
ISL	Island
ISO	International Organization for Standardization
ISRO	Indische Raumfahrtbehörde
IT	Informationstechnologie
ITA	Italien
ITCS	International Trade by Commodities Statistics
ITU	International Telecommunication Union
IuK	Information und Kommunikation
IW	Institut der deutschen Wirtschaft, Köln
IWW	Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung an der Universität Karlsruhe (TH)
JPN	Japan
JPO	Japanisches Patentamt
k.A.	keine Angabe
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KFZ	Kraftfahrzeuge
KKP	Kaufkraftparitäten
KMU	Klein- und Mittelständische Unternehmen
KOR	Republik Korea
ln	natürlicher Logarithmus
LUX	Luxemburg
LZD	Dauer des durchschnittlichen Produktlebenszyklus‘
MAL	Malaysia
MBA	Maschinen- und Anlagenbau
MBAU	Maschinenbau
MDS	Multidimensionale Skalierung
MEX	Mexiko
MGP	Mannheimer Gründungspanel
Mio.	Million
MIP	Mannheimer Innovationspanel
MIT	Massachusetts Institute for Technology
MMSRO	Medizin-, Mess-, Steuer-, Regeltechnik und Optik
MOE	mittel-/osteuropäisch
MOER	mittel-/osteuropäische Reformländer
MOST	Ministry of Science and Technology Korea

MPS	Messen, Prüfen, Sensorik
Mrd.	Milliarde
MSR	Mess-, Steuer-, Regeltechnik
NACE	Statistical Classifikation of Economic Activities in the EU
Nato	North Atlantic Treaty Organisation
NBL	Neue Bundesländer
NED	Niederlande
NIW	Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung e. V.
nOE	Nicht-OECD-Länder
NOR	Norwegen
NSTB	National Science and Technology Board Singapore
n. v.	nichts vorhanden
NZL	Neuseeland
OECD	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
OMBF	Ungarisches Regierungsamt für Technische Entwicklung
OST	Observatoire des Science et des Techniques
P	Produkt
p. a.	pro Jahr
PATDPA	Patentdatenbank des Deutschen Patent- und Markenamtes
PC	Personal Computer
PCT	Patentkooperationsabkommen
PERINORM	Normendatenbank
PHI	Philippinen
PISA	Programme for International Student Assessment
POL	Polen
POR	Portugal
RCA	Revealed Comparative Advantage
R&D	Research and Development
RLA	Relativer Fachliteraturanteil
RMA	Relativer Importmarktanteil
ROC	Taiwan
RPA	Relative Patentaktivitäten
RWA	Relativer Welthandelsanteil
SCI	Science Citation Index
SHT	Spitzentechnologie und hochwertige Technologie
SIN	Singapur
SITC	Standard International Trade Classification
SLO	Slowenien
SOEP	Sozioökonomisches Panel

ST	Spitzentechnologie
S&T	Science and Technology
StaBuA	Statistisches Bundesamt
STAN	Structural Analysis Database
SUI	Schweiz
SV	Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e. V.
SVK	Slowakische Republik
SWE	Schweden
Tab.	Tabelle
tanh	Tangens hyperbolicus
TDL	technologieorientierte Dienstleistungen
THA	Thailand
TIMSS	Third International Mathematics and Science Survey
Tsd.	Tausend
TUN	Tunesien
TUR	Türkei
UNCTAD	United Nations Conference on Trade and Development
UNESCO	United Nations Educational Scientific and Cultural Organization
UOE	Unesco, OECD und Eurostat
US	United States
US-$	US-Dollar
USA	United States of America
USPTO	US-amerikanisches Patentamt
VG	Verarbeitendes Gewerbe
VGR	Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung
VDMA	Verband deutscher Maschinen- und Anlagenbau
WDL	wissensintensive Dienstleistungen
WEI	World Education Indicators Progamme
WHA	Welthandelsanteil
Wipo	Weltorganisation für geistiges Eigentum
WPIL	britische Patentdatenbank von Derwent
WSV	Gemeinnützige Gesellschaft für Wissenschaftsstatistik des Stifterverbandes für die deutsche Wissenschaft
WTO	World Trade Organization
WZ	Klassifikation der Wirtschaftszweige
ZEW	Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung

Annex

Annex A0: Hochtechnologieliste nach SITC, WZ und NIW/ISI-Liste wissensintensiver Industrien und Dienstleistungen (Übersicht 1, 2 und 3)

Übersicht 1: ISI/NIW-Hochtechnologieliste 2000 in der Abgrenzung nach SITC

Spitzentechnik

Radioaktive Stoffe
525

Schädlingsbekämpfung, Pflanzenschutz, Saatzucht
292.49
292.99
591

Biotechnologische u. Pharmazeutische Wirkstoffe/Arzneimittel
516.9
541.3
541.5
541.6
541.9 ohne 541.91

Kernreaktoren, Turbinen, Großforschungsgeräte
695.63
718
778.7

Kriegsschiffe, Waffen, Munition, Sprengstoffe
593
793.29
891 ohne 891.13

DV-Geräte, -Einrichtungen
752
759.97

Integrierte Schaltungen
776.4

Nachrichtentechnik
764

Medizinische Diagnosegeräte
774

Spitzeninstrumente
871
874.1
874.4
874.7

Luft- und Raumfahrzeuge
714
792

Hochwertige Technik

organische Grundstoffe
335.2 ohne 335.21
431.1
431.31
511
515

anorganische Grundstoffe
522
524

Synthesekautschuk, Kunststoffe, Kunststoffwaren
232.1
574.3
575.9
579.9
582.9
598.93

Farbstoffe, Anstrichmittel, Druckfarben, Kitte
531
533
598.95

Arzneimittel
541.4
542

anwendungsorientierte Chemische Erzeugnisse a. n. g
272.1
551
592.29
598.5
598.6
598.8
598.9 ohne 598.93, 598.95, 598.98
667.41
667.42
882 ohne 882.5, 882.6

Verbrennungsmotoren
712
713

Pumpen und Kompressoren
743.1
743.5 ohne 743.55
743.8

Armaturen
747
Hebezeuge, Fördermittel, Antriebselemente
744.7
744.8
746
748

Heiz-, Kälte- und Lufttechnik
741.37
741.38
741.45
741.49
741.7
741.84
741.87
741.89

landwirtschaftliche Maschinen, Zugmaschinen
721
722

Werkzeugmaschinen
728.1
731.1
731.31
731.35
731.4 ohne 731.41, 731.43
731.5 ohne 731.52, 731.54
731.61
731.63
731.65
733.12
733.14
733.16
733.9
735
737.33
737.35

Textil-, Bekleidungs-, Ledermaschinen
724

Maschinen für bestimmte Wirtschaftszweige a. n. g.
723 ohne 723.91
725
726 ohne 726.35
727
728 ohne 728.1, 728.2
741.83
741.85
741.86
743.55
749.1

Büromaschinen
751 ohne 751.15, 751.16, 751.18, 751.19, 751.33, 751.35

Elektromotoren, Generatoren, Transformatoren
716

E-Verteilungs-, -schaltereinrichtungen, Kabel usw.
772.61
773.18

Elektrische Leuchten, Lampen, Batterien usw.
778.1
778.2
778.8 ohne 778.83, 778.85, 778.86
813 ohne 813.91, 813.92

elektronische Bauelemente
772.2
776.25
776.27
776.3
776.8
778.62
778.63
778.64
778.65

Fernseh-, Phonogeräte u. Zubehör
761
763
898.59
898.79

Medizinische u. orthopädische Geräte
872
899.6

Hochwertige Instrumente
873
874.3
874.5 ohne 874.52
874.6
874.9

Optische und fotografische Geräte
881 ohne 881.12
881.14
881.3

Kraftwagen u. -motoren u. Zubehör
781
782
783
784
786.3

Schienenfahrzeuge
791

FuE-intensive Erzeugnisse a. n. g.
654.91
654.93
664.92
664.95
874.52
897.4

Übersicht 2: ISI/NIW-Hochtechnologieliste 2000 in der Abgrenzung der WZ93

WZ93	**Bezeichnung**
Spitzentechnologie	
23.30	H. u. V. v. Spalt- und Brutstoffen
24.20	H. v. Schädlingsbekämpfungs- und Pflanzenschutzmitteln
24.41	H. v. pharmazeutischen Grundstoffen
24.61	H. v. pyrotechnischen Erzeugnissen
29.11	H. v. Verbrennungsmotoren und Turbinen (außer für Luft- u. Straßenfahrzeuge)
29.60	H. v. Waffen und Munition
30.02	H. v. Datenverarbeitungsgeräten und -einrichtungen
31.62	H. v. sonstigen elektrischen Ausrüstungen a.n.g.
32.10	H. v. elektronischen Bauelementen
32.20	H. v. nachrichtentechnischen Geräten und Einrichtungen
33.20	H. v. Mess-, Kontroll-, Navigations- u.ä. Instrumenten und Vorrichtungen
33.30	H. v. industriellen Prozesssteuerungsanlagen
35.30	Luft- und Raumfahrzeugbau
Hochwertige Technologie	
22.33	Vervielfältigung von bespielten Datenträgern
24.11	H. v. Industriegasen
24.12	H. v. Farbstoffen und Pigmenten
24.13	H. v. sonst. anorganischen Grundstoffen und Chemikalien
24.14	H. v. sonst. organischen Grundstoffen und Chemikalien
24.17	H. v. synthetischem Kautschuk in Primärformen
24.30	H. v. Anstrichfarben, Druckfarben und Kitten
24.42	H. v. pharmaz. Spezialitäten und sonst. pharmaz. Erzeugnissen
24.62	H. v. Klebstoffen u. Gelatine
24.63	H. v. etherischen Ölen
24.64	H. v. fotochemischen Erzeugnissen
24.66	H. v. chemischen Erzeugnissen a.n.g.
29.12	H. v. Pumpen und Kompressoren
29.13	H. v. Armaturen
29.14	H. v. Lagern, Getrieben, Zahnrädern und Antriebselementen
29.31	H. v. Ackerschleppern
29.32	H. v. sonstigen land- und forstwirtschaftlichen Maschinen
29.40	H. v. Werkzeugmaschinen
29.52	H. v. Bergwerks-, Bau- und Baustoffmaschinen
29.53	H. v. Maschinen für das Ernährungsgewerbe und die Tabakverarbeitung
29.54	H. v. Maschinen für das Textil-, Bekleidungs- und Ledergewerbe
29.55	H. v. Maschinen für das Papiergewerbe
29.56	H. v. Maschinen für bestimmte Wirtschaftszweige a.n.g.
30.01	H. v. Büromaschinen
31.10	H. v. Elektromotoren, Generatoren und Transformatoren
31.40	H. v. Akkumulatoren und Batterien
31.50	H. v. elektrischen Lampen und Leuchten
32.30	H. v. Rundfunk- und Fernsehgeräten sowie phono- und videotechnischen Geräten
33.10	H. v. medizinischen Geräten und orthopädischen Vorrichtungen
33.40	H. v. optischen und fotografischen Geräten
34.10	H. v. Kraftwagen und Kraftwagenmotoren
34.30	H. v. Teilen u. Zubehör Kraftwagen u. Kraftwagenmotoren
35.20	Schienenfahrzeugbau

Quelle: Grupp, Legler u. a. (2000).

Aufgenommen sind alle Gütergruppen mit einem Anteil der FuE-Gesamtaufwendungen am Umsatz von i. d. R. 3,5 %; für Spitzentechnikerzeugnisse beträgt die Abschneidegrenze etwa 8,5 %.

Übersicht 3: NIW/ISI-Liste wissensintensiver Industrien und Dienstleistungen

WZ93	Bezeichnung
111	Gew. v. Erdöl u. Erdgas
112	Erbrg. v. Dienstleistungen bei d. Gew. v. Erdöl u. Erdgas
143	Bergbau auf chemische u. Düngemittelminerale
221	Verlagsgewerbe
232	Mineralölverarbeitung
233	H. u. Verarb. v. Spalt- u. Brutstoffen
241	H. v. chemischen Grundstoffen
242	H. v. Schädlingsbekämpfungs- u. Pflanzenschutzmitteln
244	H. v. pharmazeut.Erzeugnissen
246	H. v. sonst. chemischen Erzeugnissen
247	H. v. Chemiefasern
268	H. v. sonst. Mineralerzeugnissen
291	H. v. Masch. f. d. Erzeugung u. Nutzung v. mechanischer Energie
292	H. v. sonst. Maschinen f. unspezifische Verwendung
294	H. v. Werkzeugmaschinen
295	H. v. Masch. f. sonst. best. Wirtschaftszweige
296	H. v. Waffen u. Munition
297	H. v. Haushaltsgeräten a.n.g.
300	H. v. Büromasch., DV-Geräten u. -einrichtungen
311	H. v. Elektromotoren, Generatoren, Transformatoren
312	H. v. Elektrizitätsvertlg.- u. -schalteinrichtungen
314	H. v. Akkumulatoren u. Batterien
315	H. v. elektrischen Lampen u. Leuchten
316	H. v. elektr. Ausrüstg. a.n.g.
321	H. v. elektronischen Bauelementen
322	H. v. nachrichtentechnischen Geräten u. Einrichtungen
323	H. v. Rundfunk-, Fernseh-, Phono-, videotechn. Geräten
332	H. v. Mess-, Kontroll-, Navig.- u.ä. Instr. u. Vorricht.
333	H. v. industriellen Prozesssteuerungsanlagen
334	H. v. optischen u. fotografischen Geräten
341	H. v. Kraftwagen u. Kraftwagenmotoren
351	Schiffbau
352	Schienenfahrzeugbau
353	Luft- u. Raumfahrzeugbau

WZ93	Bezeichnung
401	Elektrizitätsversorgung
410	Wasserversorgung
451	Vorbereitende Baustellenarbeiten
511	Handelsvermittlung
516	Gh. m. Maschinen, Ausrüstungen u. Zubehör
523	Apotheken; Fach-Eh. m. med. Art. usw. (in Verkaufsr.)
603	Transport in Rohrfernleitungen
623	Raumtransport
642	Fernmeldedienste
651	Zentralbanken u. Kreditinstitute
652	Sonst. Finanzierungsinstitutionen
660	Versicherungsgewerbe
701	Erschließg., Kauf, Verk.v. Grundst., Gebäuden usw.
702	Verm. u. Verp.v. eig.Grundst., Gebäuden u. Wohnungen
703	Vermittl. u. Verw. v. Grundst., Gebäuden u. Wohnungen
713	Verm. v. Maschinen u. Geräten
721	Hardwareberatung
722	Softwarehäuser
723	Datenverarbeitungsdienste
724	Datenbanken
725	Instandh. u. Rep. v. Büromasch., DV-Gerät. u. -einr.
726	Sonst. m. d. Datenverarbeitung verb. Tätigkeiten
731	Forschg. u. Entwicklg. in Natur- u.ä. Wissenschaften
732	Forschg. u. Entwicklg. in Geisteswissenschaften
741	Rechts-, Steuer- u. Unternehmensberatung usw.
742	Archit.- u. Ingenieurbüros
743	Technische, physikalische u. chemische Untersuchg.
744	Werbung
851	Gesundheitswesen
852	Veterinärwesen
921	Film- u. Videofilmherst., -verleih, -vertrieb usw.
922	Hörfunk- u. Fernsehanstalten, H. v. -programmen
923	Erbrg. v. sonst. kulturellen u.ä. Leistungen
924	Korrespondenz-, Nachrichtenbüros, selbst. Journal
925	Bibliotheken, Archive, Museen, zoolog. u.ä. Gärten

Quelle: Grupp, Legler u. a. (2000).

Als wissensintensiv gelten Wirtschaftszweige, in denen der Anteil der Hochschulabsolventen, der Beschäftigten mit natur- und ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung und/oder der Beschäftigten mit Forschungs-, Entwicklungs- und Konstruktionstätigkeiten überdurchschnittlich hoch ist.

Annex A-0-1: Spezialisierung Deutschlands bei FuE-intensiven Waren von 1991 bis 2000
- RCA-Werte und Außenhandel Deutschlands bei FuE-intensiven Waren 2000 -

Warengruppe	RCA										Ausfuhr in Mrd. US$	Einfuhr in Mrd. US$
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2000	2000
Forschungsintensive Erzeugnisse insgesamt*	**23**	**24**	**26**	**26**	**25**	**22**	**22**	**19**	**15**	**15**	**290,8**	**195,4**
Spitzentechnik	**-26**	**-29**	**-33**	**-30**	**-26**	**-28**	**-28**	**-33**	**-29**	**-29**	**74,1**	**77,2**
Chemische Erzeugnisse	16	1	12	20	17	4	3	0	12	-3	5,2	4,2
Radioaktive Stoffe	-30	-126	-136	-162	-148	-148	-152	-153	-125	-111	0,1	0,3
Schädlingsbekämpfung, Pflanzenschutz, Saatzucht	52	54	85	97	72	64	61	57	67	72	1,8	0,7
Biotechnolog., pharmazeut. Wirkstoffe, Arzneimittel	6	-2	12	21	7	-6	-5	-11	1	-23	3,3	3,2
Maschinen	5	19	16	26	23	9	15	4	15	0	3,1	2,4
Kernreaktoren, Turbinen, Großforschungsgeräte	3	25	19	27	24	11	18	7	16	2	2,8	2,2
Kriegsschiffe, Waffen, Munition, Sprengstoffe	13	-10	0	22	17	-7	-6	-16	1	-13	0,3	0,3
Elektronik, IuK	-52	-62	-63	-58	-54	-53	-50	-58	-56	-47	38,6	48,0
DV-Geräte, -Einrichtungen	-73	-87	-88	-87	-81	-84	-88	-92	-96	-80	14,9	25,7
Integrierte Schaltungen	-30	-48	-54	-48	-52	-61	-54	-52	-49	-43	9,7	11,7
Nachrichtentechnik	-22	-19	-22	-15	-5	10	15	0	7	2	13,9	10,7
Instrumente	39	40	48	47	46	43	39	36	36	29	7,0	4,1
Medizinische Diagnosegeräte	76	72	82	82	77	74	70	65	44	54	2,3	1,1
Spitzeninstrumente	21	23	29	28	29	26	23	21	32	19	4,7	3,0
Luft- und Raumfahrzeuge	-22	-13	-25	-21	-4	-18	-14	-17	-7	-17	20,2	18,5
Hochwertige Technik	**40**	**42**	**46**	**45**	**41**	**39**	**40**	**39**	**34**	**37**	**214,1**	**115,2**
Chemische Erzeugnisse	42	41	47	42	38	38	38	26	18	20	38,3	24,4
Organische Grundstoffe	-3	4	19	5	-1	-1	-15	-54	-81	-52	6,1	7,9
Anorganische Grundstoffe	36	24	24	27	20	17	11	6	2	-13	2,3	2,0
Synthesekautschuk, Kunststoffe, Kunststoffwaren	66	60	65	73	69	66	67	59	65	70	6,9	2,6
Farbstoffe, Anstrichmittel, Druckfarben, Kitte	100	94	95	95	87	92	91	75	83	80	6,0	2,1
Arzneimittel	33	33	41	28	25	27	35	45	44	32	9,1	5,2
Anwendungsorientierte Chem. Erzeugnisse a.n.g.	33	32	38	35	32	34	40	35	36	30	8,0	4,6
Maschinen	68	62	76	73	74	75	71	62	53	50	54,7	25,7
Verbrennungsmotoren	42	28	36	30	32	30	19	11	10	0	9,2	7,2
Pumpen und Kompressoren	50	44	46	46	44	39	35	27	22	11	2,2	1,5
Armaturen	40	33	47	40	44	42	36	35	36	35	3,4	1,9
Hebezeuge, Fördermittel, Antriebselemente	69	66	74	67	65	63	66	56	47	44	6,6	3,3
Heiz-, Kälte- und Lufttechnik	60	47	38	47	41	50	38	21	17	15	1,7	1,2
Landwirtschaftliche Maschinen, Zugmaschinen	73	53	61	68	70	70	70	69	60	59	3,0	1,3
Werkzeugmaschinen	48	48	70	71	67	57	62	46	41	39	4,7	2,4
Textil-, Bekleidungs-, Ledermaschinen	151	162	180	169	169	165	155	150	134	128	4,2	0,9
Maschinen für bestimmte Wirtschaftszweige a.n.g	78	71	90	91	96	111	109	103	89	94	19,6	6,0
Büromaschinen	-21	0	-13	-11	-7	-20	-12	-8	-33	-30	1,0	1,0
Elektrotechnik	28	23	14	4	4	1	2	3	-5	-12	9,7	8,5
Elektromotoren	40	32	35	25	22	20	16	11	5	5	3,2	2,4
Elektr.-Verteilungs-, -Schalteinrichtungen	96	95	75	76	77	72	69	56	44	35	1,8	1,0
Elektrische Leuchten, Lampen, Batterien usw.	5	4	-7	-17	-15	-23	-20	-14	-23	-34	4,7	5,2
Elektronik	-41	-43	-55	-55	-58	-63	-62	-69	-63	-65	6,3	9,3
Elektronische Bauelemente	-1	-9	-10	-31	-37	-43	-42	-46	-43	-45	3,5	4,3
Fernseh-, Phonogeräte	-64	-60	-76	-68	-71	-73	-77	-86	-77	-85	2,8	5,0
Instrumente	17	13	17	12	13	9	7	10	12	13	9,5	6,5
Medizinische und orthopädische Geräte	16	6	5	-1	-6	-9	-14	-11	-9	-4	3,7	3,0
Hochwertige Instrumente	40	36	50	43	45	39	37	41	47	41	4,3	2,2
Optische und fotografische Geräte	-44	-37	-32	-29	-19	-21	-12	-9	-13	-9	1,6	1,3
Kraftwagen und -motoren sowie Zubehör	35	45	48	50	44	39	43	52	50	62	92,9	38,9
Schienenfahrzeuge	133	151	125	128	82	53	37	21	16	33	1,0	0,6
FuE-intensive Erzeugnisse a.n.g.	55	28	44	28	18	25	39	34	45	55	0,6	0,3
Verarbeitete Industriewaren											**510,9**	**397,1**

*) Incl. nicht zurechenbare vollständige Fabrikationsanlagen usw.

RCA (Revealed Comparative Advantage): Positives Vorzeichen bedeutet, dass die Exp./Imp.-Relation bei dieser Produktgruppe höher ist als bei verarbeiteten Industriewaren insgesamt.

Quelle: OECD: ITCS - International Trade By Commodity Statistics, Rev. 3, 2001. - Berechnungen des NIW.

Annex A-0-2: Veränderung der Nettoproduktion

Veränderung der Nettoproduktion im Aufschwung (1993 bis 2000) nach Industriezweigen in Deutschland

- fachliche Unternehmensteile, nach Wirtschaftsklassifikation (WZ 93) -

jahresdurchschn. Veränderungsrate 1993-2000 in %	**Spitzentechnik**	**Hochwertige Technik**
> 5,4 der FuE-intensiven Industrien insgesamt)	pharmazeutische Grundstoffe elektronische Bauelemente nachrichtentechnische Geräte und Einrichtungen industrielle Prozesssteuerungsanlagen Datenverarbeitungsgeräte u. -einrichtungen pyrotechnische Erzeugnisse Mess-, Kontroll-, Navigations- u.ä. Instrumente und Vorrichtungen	synthetischer Kautschuk in Primärformen Teile und Zubehör für Kraftwagen und deren Motoren Maschinen für bestimmte Wirtschaftszweige a.n.g. Elektromotoren, Generatoren u. Transformatoren Kraftwagen und Kraftwagenmotoren optische u. fotografische Geräte chemische Erzeugnisse a.n.g. etherische Öle Lager, Getriebe, Zahnräder u. Antriebselemente
3,3 bis 5,4 (noch > Durchschnitt der Industrie insg.)		Farbstoffe und Pigmente sonstige organische Grundstoffe und Chemikalien Werkzeugmaschinen Klebstoffe und Gelatine sonstige anorganische Grundstoffe und Chemikalien
0 bis < 3,3 der Industrie insg., aber positive Veränderungsrate)	Verbrennungsmotoren u. Turbinen (außer für Luft- u. Straßenfahrzgeuge) sonstige elektrische Ausrüstungen a.n.g. Schädlingsbekämpfungs- u. Pflanzenschutzmittel Luft- und Raumfahrzeugbau	Industriegase Pumpen und Kompressoren medizinische Geräte u. orthopädische Vorrichtungen Anstrichfarben, Druckfarben und Kitte sonstige land- und forstwirtschaftliche Maschinen Büromaschinen Ackerschlepper pharmaz. Spezialitäten und sonst. pharmaz. Erzeugnissen fotochemische Erzeugnisse elektrische Lampen und Leuchten Armaturen Akkumulatoren und Batterien
< 0 (Schrumpfung)	Waffen und Munition	Bergwerks-, Bau- und Baustoffmaschinen Maschinen für das Papiergewerbe Maschinen für das Textil-, Bekleidungs- u. Ledergewerbe Rundfunk- u. Fernseh- sowie phono- u. videotechnische Geräte Maschinen für das Ernährungsgewerbe und die Tabakverarbeitung Schienenfahrzeugbau

Aufgrund von Geheimhaltungen kann der Wirtschaftszweig Herstellung und Verarbeitung von Spalt- und Brutstoffen nicht ausgewiesen werden.

Quelle: Statistisches Bundesamt: Internetdatenbank; Zahlen und Fakten, Statistik des Produzierenden Gewerbes. - Berechnungen des NIW.

Annex A-1-1: FuE-Personalintensität und FuE-Beteiligung der Unternehmen in Deutschland nach Beschäftigtengrößenklassen im Verarbeitenden Gewerbe 1999

WZ		Anteil forschender Unternehmenin %					Anteil des FuE-Personals an den Beschäftigten in %				
			Beschäftigtengrößenklasse					Beschäftigtengrößenklasse			
		insg.	<100	100 bis <500	500 bis <1000	1000 u. mehr	insg.	<100	100 bis <500	500 bis <1000	1000 u. mehr
D	Verarbeitendes Gewerbe	22	17	30	47	72	4,2	1,2	1,5	2,4	8,4
DA	Ernährungsgewerbe, Tabak	5	3	10	24	55	0,4	0,1	0,2	0,3	1,0
DB/DC	Textil, Bekleidung, Leder	15	13	18	37	100	0,7	0,6	0,5	0,8	1,7
DD/DE/DF	Holz, Papier, Druck, Energie	6	4	14	12	19	0,3	0,2	0,3	.	.
DG	Chemische Industrie	48	42	49	55	89	9,1	3,3	3,2	5,0	12,2
DH	Gummi-, Kunststoffverarbeitung	20	15	27	47	93	1,9	0,8	0,8	2,7	3,9
DI	Glas, Keramik, Verarb. Steinen u. Erden	15	10	22	41	77	1,0	0,5	0,5	0,6	2,7
27	Metallerzeugung	21	10	31	31	64	0,8	0,4	0,6	0,3	1,2
28	Metallverarbeitung	15	11	27	57	84	1,1	0,6	0,6	1,7	2,9
DJ	Metallerzeugung u. -verarbeitung	16	11	28	48	74	1,0	0,6	0,6	1,2	1,9
29.6	Waffenherstellung	73	88	64	X	20	4,3	6,4	1,3	16,2	2,0
29.7	Haushaltsgeräteherstellung	33	31	36	0	50	2,1	1,6	1,6	0,0	2,5
29.1-5	übriger Maschinenbau	37	30	48	65	80	3,9	2,1	2,5	3,7	6,9
DK	Maschinenbau	37	30	48	65	76	3,8	2,1	2,5	3,8	6,1
30,32	Büromaschinen, EDV, Medientechnik	74	81	51	72	X	21,4	8,7	5,2	6,0	33,9
31	Geräte d. Elektrizitätserz.,-verteilg. u ä	28	24	33	40	56	2,4	1,9	2,7	2,0	2,5
33	Medizin-, MSR-Technik, Optik	53	50	58	X	92	8,6	5,0	5,6	9,2	15,5
DL	Büromasch./ADV, Elekto, Feinmech./Optik	45	44	44	63	82	8,1	4,2	4,0	4,6	12,7
34	Kraftwagen, -teile	27	13	28	65	82	8,8	0,7	1,9	3,7	10,0
35	Sonstiger Fahrzeugbau	42	23	64	48	88	14,1	2,0	2,6	0,7	19,7
DM	Fahrzeugbau	31	16	36	60	84	9,5	1,1	2,1	2,8	11,1
DN	Möbel, MUSS-Waren, Recycling	16	13	22	45	29	1,0	0,7	0,9	.	.

Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. - Statistisches Bundesamt, FS 4, R. 4.3 (Kostenstrukturerhebung 1999). - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Annex A-1-2: Struktur der FuE-Aktivitäten der Wirtschaft in Deutschland 1979 bis 1999

	Westdeutschland							***Gesamtdeutschland***				
	Anteile in %											
	1979	**1981**	**1983**	**1985**	**1987**	**1989**	**1991**	**1991**	**1993**	**1995**	**1997**	**1999**
Finanzierung von FuE												
Wirtschaft	83,3	85,2	85,2	85,9	88,2	86,8	88,4	88,2	90,6	90,3	88,0	90,7
Staat	14,2	13,0	12,9	12,5	10,1	10,1	8,6	8,8	7,3	7,5	8,3	6,4
davon in Klein- und Mittelunternehmen	*7,5*	*7,8*	*18,0*	*15,1*	*7,6*	*6,5*		*8,2*	*6,1*	*7,4*	*9,2*	*7,2*
Unternehmen > 500	*14,1*	*13,0*	*11,0*	*12,0*	*9,9*	*10,1*		*8,3*	*6,8*	*7,0*	*7,7*	*6,3*
Ausland	2,2	1,5	1,6	1,4	1,5	2,9	2,8	2,7	2,0	2,1	3,6	2,7
Anteil am FuE-Personal in den Unternehmen												
weniger als 100 Beschäftigte	4,1	6,0	9,0	10,2	8,7	7,7	4,9	5,7	7,7	8,1	8,6	7,1
100 bis 500 Beschäftigte	9,5	10,1	10,3	10,4	9,3	9,1	9,7	12,1	11,0	11,7	11,4	11,2
500 bis 1.000 Beschäftigte	6,8	4,6	4,5	4,5	4,9	4,9	5,0	6,1	5,8	6,2	6,9	7,1
mehr als 1.000 Beschäftigte	79,6	79,3	76,2	74,9	77,1	78,3	80,4	76,1	75,6	74,1	73,1	74,6
Anteil externer FuE-Aufwendungen der Wirtschaft												
insgesamt	5,7	7,7	10,1	9,3	8,6	9,2	10,1	10,2	12,2	10,5	13,3	14,9
Klein- und Mittelunternehmen	*6,0*	*6,9*	*18,4*	*14,3*	11,1	8,1	9,8		8,5	8,1	8,4	8,2
Unternehmen > 500	*4,7*	*7,1*	*7,9*	*7,9*	8,0	9,3	10,1		12,4	10,5	14,1	15,5
Durchführung externer FuE der Wirtschaft												
Wirtschaft	70,3	63,6	70,5	69,5	67,1	64,6	62,6	62,9	65,4	59,9	64,0	68,3
Hochschulsektor				8,5	10,6	9,1		10,4	9,0	13,1	9,3	7,4
sonstige FuE-Einrichtungen	20,7	25,6	20,0	9,4	10,9	10,0	20,8	8,8	6,8	8,6	5,6	4,1
sonstige Inländer				0,0	0,4	0,5		1,5	1,3	3,3	2,1	1,4
Ausland	9,4	10,8	9,5	12,6	11,0	15,8	16,6	16,4	17,4	15,2	18,9	18,7

Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. - Berechnungen und Zusammenstellungen des NIW.

Annex A-1-3: Außenhandel ausgewählter OECD-Länder mit FuE-intensiven Waren 1999

	GER	USA	JPN	FRA	ITA	GBR	NED	SUI	SWE	FIN	CAN	EU-15[1]
Exporte in Mrd. US-$												
FuE-intensive Waren	292,6	418,8	295,9	149,3	84,5	149,9	66,9	45,4	41,9	15,6	102,4	398,4
Spitzentechnologie	82,2	221,3	96,3	63,4	20,3	74,7	32,0	19,0	19,9	8,0	23,2	156,9
Hochwertige Technologie	210,4	197,5	199,6	85,9	64,2	75,1	34,9	26,4	22,0	7,6	79,2	241,5
Importe in Mrd. US-$												
FuE-intensive Waren	201,7	520,7	106,6	135,3	91,6	159,6	76,4	36,9	32,0	14,7	120,9	366,1
Spitzentechnologie	77,7	205,4	57,5	54,1	29,7	73,8	38,1	16,6	12,4	6,4	37,1	184,8
Hochwertige Technologie	124,0	315,3	49,1	81,2	61,9	85,8	38,3	20,3	19,7	8,3	83,9	181,3
Zunahme gegenüber 1990 (in %)												
Exporte FuE-intensive Waren	45	108	44	67	42	98	69	50	87	120	113	87
Importe FuE-intensive Waren	63	128	112	49	39	92	58	41	45	33	96	92
Export-Import-Saldo in Mrd. US-$												
FuE-intensive Waren	90,9	-102,0	189,3	14,0	-7,1	-9,7	-9,5	8,5	9,9	0,9	-18,5	32,3
Spitzentechnologie	4,5	15,9	38,8	9,3	-9,3	0,9	-6,1	2,4	7,6	1,6	-13,9	-27,8
Hochwertige Technologie	86,4	-117,8	150,4	4,7	2,3	-10,6	-3,4	6,1	2,3	-0,7	-4,7	60,1

Quellen: DIW-Außenhandelsdaten; OECD, Economic Outlook Nr. 69, CD-ROM. - Berechnungen des DIW.

Annex A-1-4: Sektorale Struktur der Wertschöpfung im internationalen Vergleich 1999

	GER	USA	JPN[2]	FRA	ITA	GBR	NED	DEN	SWE	FIN	CAN[3]
	Wertschöpfung (in %)										
Verarbeitendes Gewerbe	**25**	**18**	**26**	**21**	**23**	**20**	**18**	**19**	**24**	**28**	**21**
FuE-Intensiv	13	9	13	9	8	9	7	7	12	12	8
dar.: Spitzentechnik	.	3	3	2	1	2	.	.	3	6	2
Chemische Industrie	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2
Maschinenbau	3	2	3	1	2	2	1	3	3	3	1
Büromaschinen, EDV-Einrichtungen	0	0	1	0	0	0	.	0	0	0	0
Geräte der Elektrizitätserzeugg.,-verteilung	2	0	1	1	1	1	.	1	1	1	0
Radio, TV, Nachrichtentechnik	1	1	2	1	0	1	.	0	1	5	1
Medizin, MSR-Technik, Optik	1	1	0	1	1	1	.	1	1	1	.
Kraftwagen und Kraftwagenteile	3	1	2	2	1	1	.	0	2	0	2
Sonstiger Fahrzeugbau	1	1	0	1	1	1	.	0	1	1	1
Nicht FuE-intensiv	12	9	13	12	15	11	12	11	13	16	13
Dienstleistungen[1]	**64**	**71**	**58**	**68**	**65**	**68**	**69**	**70**	**65**	**59**	**62**
Wissensintensiv[1]	30	31	17	30	24	30	30	28	28	22	25
Luftfahrt	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Nachrichtenübermittlung	2	3	2	2	2	3	3	2	3	3	3
Finanzgewerbe	5	8	5	5	6	6	6	5	4	4	.
Unternehmensdienstleistungen[1]	13	10	7	13	9	12	12	8	9	6	.
Gesundheits,-Veterinär- und Sozialwesen	6	6	1	7	5	6	7	9	10	7	7
Kultur, Sport und Unterhaltung	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Nicht wissensintensiv	35	41	41	38	41	39	38	42	37	37	37
Übrige Bereiche	**10**	**11**	**16**	**11**	**12**	**12**	**13**	**12**	**10**	**13**	**17**
Alle Wirtschaftszweige[1]	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**
in Mrd. KKP-$	1.593	8.204	2.746	1.074	1.104	1.128	350	113	155	91	587

1) Ohne Wohnungsvermietung. 2) 1998. 3) 1997. Quellen: OECD, STAN-Datenbasis.- Berechnungen des DIW.

Annex A-1-5: Struktur der Erwerbstätigkeit und Produktivität im internationalen Vergleich 1999

	GER	USA	JPN[2]	FRA	ITA	GBR	NED	DEN	SWE[2]	FIN	CAN[3]
	Erwerbtätige (in %)										
Verarbeitendes Gewerbe	**21**	**13**	**22**	**16**	**23**	.	**14**	**17**	**19**	**20**	**14**
FuE-Intensiv	10	5	9	6	7	.	4	6	8	8	4
dar.: Spitzentechnik	1	1	2	1	.	.	.	.	.	2	1
Chemische Industrie	1	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1
Maschinenbau	3	1	2	1	2	.	1	2	2	3	1
Büromaschinen, EDV-Einrichtungen	0	0	0	0	0	.	.	0	0	0	0
Geräte der Elektrizitätserzeugg.,-verteilung	1	0	1	1	.	.	.	1	1	1	0
Radio, TV, Nachrichtentechnik	0	1	2	0	.	.	.	0	1	2	0
Medizin, MSR-Technik, Optik	1	1	0	1	1	.	.	1	1	1	.
Kraftwagen und Kraftwagenteile	2	1	2	1	1	.	.	0	2	0	1
Sonstiger Fahrzeugbau	0	1	0	1	0	.	.	0	1	1	1
Nicht FuE-intensiv	11	8	12	11	16	.	9	11	10	13	10
Dienstleistungen[1]	**67**	**77**	**60**	**72**	**65**	.	**76**	**73**	**72**	**65**	**74**
Wissensintensiv[1]	24	27	11	25	19	.	32	29	28	25	23
Luftfahrt	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Nachrichtenübermittlung	1	1	1	2	1	.	2	2	2	2	2
Finanzgewerbe	3	4	3	3	3	.	4	3	2	2	.
Unternehmensdienstleistungen[1]	10	11	6	11	9	.	15	8	8	7	.
Gesundheits,-Veterinär- und Sozialwesen	10	10	1	9	6	.	12	16	16	13	9
Kultur, Sport und Unterhaltung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nicht wissensintensiv[1]	43	51	49	47	46	.	44	44	44	40	50
Übrige Bereiche	**11**	**9**	**18**	**12**	**12**	.	**10**	**11**	**9**	**15**	**12**
Alle Wirtschaftszweige	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	.	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**
						.					
in Tsd. Erwerbstätigen	37.688	143.225	66.175	23.202	22.520	.	7.914	2.633	4.015	2.214	14.151
	Produktivitätsprofile (insgesamt = 100)										
Verarbeitendes Gewerbe	**119**	**138**	**120**	**130**	**101**	.	**132**	**112**	**132**	**136**	**147**
FuE-Intensiv	132	172	138	154	118	.	153	127	143	158	185
Nicht FuE-intensiv	107	114	108	116	94	.	122	104	123	123	131
Dienstleistungen[1]	**96**	**92**	**97**	**94**	**101**	.	**90**	**96**	**90**	**91**	**84**
Wissensintensiv[1]	123	115	161	117	128	.	94	97	98	91	107
Nicht wissensintensiv[1]	80	80	83	82	89	.	88	95	85	91	74
Übrige Bereiche	**90**	**114**	**86**	**94**	**95**	.	**129**	**110**	**114**	**89**	**140**
Alle Wirtschaftszweige	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	.	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**
						.					
in Tsd. KKP-$ je Erwerbstätigen	42,3	57,3	41,5	46,3	49,0	.	44,2	43,1	38,5	41,2	41,5

1) Ohne Wohnungsvermietung. 2) 1998. 3) 1997. Quellen: OECD, STAN-Datenbasis.- Berechnungen des DIW.

Annex A-3-1: Indikatoren zu FuE in ausgewählten Aufhol-Ländern

	mittel- und osteuropäische Aufhol-Länder						asiatische Aufhol-Länder						
	EST	POL	SVK	SLO	CZE	HUN	KOR	ROC	SIN	IND	CHN	MAL	PHI
	1998	1999	1999	1999	1999	1999	1999	1999	1999	1999	1999	1998	1998
FuE-Intensität													
FuE-Ausgaben insgesamt in % des BIP	0,62	0,75	0,68	1,51	1,25	0,68	2,47	2,05	1,87	0,59	0,83	0,40	0,08
FuE-Ausg. der Unternehmen in % des BIP	0,12	0,31	0,43	0,83	0,81	0,28	1,76	1,31	1,18	0,16	0,41	0,26	0,03
FuE-Finanzierung													
Anteil ...													
des Staates	75,3	58,5	47,9	36,8	42,6	53,2 [8]	24,9	32,5	42,2	75,0 [2]	91,0 [3]	76,6 [4]	70,2 [1]
der Unternehmen	8,4	38,1	49,9	52,6	52,6	38,5 [8]	70,0	66,0	53,6	24,0 [2]	2,8 [3]	13,5 [4]	24,7 [1]
sonstiger nationaler Quellen	10,0	1,7	0,0	0,7	0,8	0,3 [8]	5,1	1,4	0,4	1,0 [2]	5,7 [3]	8,3 [4]	3,2 [1]
des Auslands	6,3	1,7	2,3	5,6	4,0	5,6 [8]	0,1	0,1	3,8		0,5 [3]	1,6 [4]	1,9 [1]
... an der Finanz. von FuE in %													
Durchführung von FuE													
Anteil der ...													
vom Staat	23,8	30,8	27,5	28,5	24,3	32,3 [8]	14,5	23,4	14,1		38,5		
in Unternehmen	19,7	41,3	62,6	55,0	62,9	40,2 [8]	71,4	64,1	62,0	27,1	49,6	65,0	37,5
in Hochschulen	56,0	27,8	9,9	15,9	12,3	22,3 [8]	12,0	11,7	23,9		9,3		
von priv. Org. o. Erwerbszw.	0,4	0,1	-	0,6	0,5		2,1	0,7	-		2,6		
... verwendeten FuE-Ausg. in %													
FuE-Personal													
Total in % der Erwerbspersonen	0,84	0,47	0,58	0,89	0,46	0,52	0,64	1,08	0,88	0,11 [2]	0,11	0,05 [4]	0,05
Wissenschaftler/Ingenieure in % der Erwerbsp.	0,39	0,33	0,36	0,46	0,26	0,31	0,46	0,57	0,76	0,04 [2]	0,07	0,02 [4]	
Akademisierungsgrad des FuE-Pers. in Untern. (Wiss./Ing. in % des FuE-Pers.)		50,8	51,2	36,9	47,3	55,3	77,9	45,0	83,3		49,0		
FuE Schwerpunkte													
Anteil des Sektors an den FuE -Ausgaben													
der Industrie insgesamt in %	VN	MAB	MINCHE	PHA	KFZ	PHA	ELT	ELT	ELT				
	17,4	17,2	27,0	25,0	27,1	45,1	42,2	49,8 [2]	57,0 [3]				
	NuG	ELT	MABFAB	ELT	FAB	ELT	KFZ	CHE	CHE				
	13,4	13,7	14,2	17,7	9,4	8,6	13,2	9,4 [2]	7,4 [3]				
	CHE	KFZ		MAB	MAB		BMD	KFZ	MAB				
	10,6	10,3		7,5	8,5		5,5	8,8 [2]	6,5 [3]				

Quellen: Lokale Quellen - OECD – IMD , Berechnungen des NIW
1) 1992, 2) 1994, 3) 1995. NUG: Nahrungsmittel, PHA Pharmaindustrie, BMD: Büromaschinen / Computer, 4) 1996, 5) 1997, 6) 1998,, CHE: Chemie, MAB: Maschinenbau, VN: Verkehr, Lagerei, Nachrichtenüberm., 7) 1999, 8) Summe entspricht nicht 100%. MINCHE: Mineralölverarbeitung und Chemie, MABFAB: Maschinen-, Instrumente- und Fahrzeugbau, ELT: Elektro- / elektronische Industrie.

Annex A-4-1 Kennziffern zum Maschinenbau in Deutschland

WZ-Nr.	Wirtschaftszweig	Beschäftigte 2000	Produktions-wert (Mill. DM) 2000	Arbeits-produktivität (Tsd. DM) 2000	Investitionen (Mill. DM) 1999	Investitions-quote 1999
291	H. v. Maschinen f. d. Erzeugung u. Nutzung v. mech. Energie (Verbrennungsmotoren, Turbinen, Pumpen, Kompressoren, Armaturen, Lager, Getriebe, Zahnräder, Antriebselemente)	222.487	54.755	246	2.477	3,6
292	H. v. sonstigen Maschinen für unspezifische Verwendung (Öfen, Hebezeuge, Fördermittel, Kälte- und lufttechnische Erzeugnisse, etc.)	235.184	62.042	264	1.839	2,7
293	H. v. land- und forstwirtschaftlichen Maschinen	25.659	8.806	343	193	2,0
294	H. v. Werkzeugmaschinen	119.157	32.006	269	1.228	3,6
295	H. v. Maschinen für sonstige bestimmte Wirtschaftszweige (u. a. Metallerzeugung, Baumaschinen, Textilmaschinen, Papiermaschinen)	289.399	80.817	279	2.429	3,2
296	H. v. Waffen und Munition	10.902	k.a.	k.a.	103	3,7
297	H. v. Haushaltsgeräten	62.149	19.082	307	809	3,4
DK	*Maschinenbau*	*964.936*	*257.909*	*267*	*9.078*	*3,2*
D	*Verarbeitendes Gewerbe*	*6.106.324*	*1.962.000*	*321*	*96.818*	*4,2*

WZ-Nr.	Wirtschaftszweig	Beschäftigte	Produktions-wert	Arbeits-produktivität	Investitionen	Erzeuger-preise
		Durchschnittliches, jährliches Wachstum 1995 – 2000 bzw. 1995-1999				
291	H. v. Maschinen f. d. Erzeugung u. Nutzung v. mech. Energie (Verbrennungsmotoren, Turbinen, Pumpen, Kompressoren, Armaturen, Lager, Getriebe, Zahnräder, Antriebselemente)	-1,8%	2,9%	4,6%	1,5%	1,3%
292	H. v. sonstigen Maschinen für unspezifische Verwendung (Öfen, Hebezeuge, Fördermittel, Kälte- und lufttechnische Erzeugnisse, etc.) Luft	-1,6%	3,9%	5,5%	2,9%	1,3%
293	H. v. land- und forstwirtschaftlichen Maschinen	-4,1%	1,2%	5,3%	-10,0%	1,0%
294	H. v. Werkzeugmaschinen	-0,6%	5,9%	6,5%	8,4%	1,3%
295	H. v. Maschinen für sonstige bestimmte Wirtschaftszweige (u .a. Metallerzeugung, Baumaschinen, Textilmaschinen, Papiermaschinen)	-0,8%	5,1%	5,9%	3,6%	1,0%
296	H. v. Waffen und Munition	-2,7%	k.a.	k.a.	5,6%	k.a.
297	H. v. Haushaltsgeräten	-3,6%	1,4%	5,0%	-1,9%	-0,2%
DK	*Maschinenbau insgesamt*	*-1,5%*	*4,0%*	*5,5%*	*2,5%*	*1,0%*
D	*Verarbeitendes Gewerbe*	*-1,4%*	*4,3%*	*5,7%*	*2,2%*	*0,0%*

Quellen: Statistisches Bundesamt: Fachserie 4, Reihen 4.1.1 und 4.2.1. - Berechnungen des NIW und des ZEW.

Annex A-4-2: Tätigkeits- und Qualifikationsstrukturen im Maschinenbau 2000

- Anteile in % -

		Intensität[1] der Fertigungstätigkeiten	HK-Intensität[2] der Fertigungstätigkeiten	Intensität[3] der Dienstleistungstätigkeiten	HK-Intensität[4] der Dienstleistungstätigkeiten	Anteil Akademiker	Anteil Wissenschaftler
291	H. v. Maschinen f. d. Erzeugung u. Nutzung v. mech. Energie	63,4	54,6	36,6	25,0	9,2	6,3
292	H. v. sonstigen Maschinen für unspezifische Verwendung	56,2	70,2	43,8	23,3	10,2	7,6
293	H. v. land- und forstwirtschaftlichen Maschinen	68,7	64,3	31,3	16,3	5,1	2,8
294	H. v. Werkzeugmaschinen	60,9	68,7	39,1	21,9	8,5	6,0
295	H. v. Maschinen für sonstige bestimmte Wirtschaftszweige	56,8	71,1	43,2	22,7	9,8	7,1
296	H. v. Waffen und Munition	60,1	55,8	39,9	27,2	10,9	6,6
297	H. v. Haushaltsgeräten	64,5	25,0	35,5	26,5	9,4	5,0
	Alle erfasste Bereiche	**60,0**	**63,0**	**40,0**	**23,1**	**9,2**	**6,4**
D	**Verarbeitendes Gewerbe**	**61,8**	**46,1**	**38,2**	**20,8**	**7,9**	**4,6**

[1]) Anteil der Arbeiter an den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten.
[2]) Anteil der Facharbeiter an den Arbeitern.
[3]) Anteil der Angestellten an den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten.
[4]) Anteil der Hochschul-/Fachhochschulabsolventen an den Angestellten.
[5]) Anteil der SV-Beschäftigten mit Hochschul-/Fachhochschulabschluss.
[6]) Anteil der Naturwissenschaftler/Ingenieure an den SV-Beschäftigten.

Quelle: Angaben des Statistischen Bundesamtes zu den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten. - Berechnungen des NIW.

Annex A-9-1: Wichtige Teilsegmente des IKT-Sektors

Der gesamte IKT-Bereich ist wirtschaftsstatistisch sehr heterogen und umfasst sowohl Branchen aus dem Verarbeitenden Gewerbe als auch aus dem Dienstleistungsbereich inklusive des Handels. Bis auf wenige Ausnahmen handelt es sich um Branchen der industriellen Spitzentechnologie oder der technologieorientierten Dienstleistungen. Untenstehend sind die verschiedenen Segmente sowie die jeweiligen Branchen einschließlich ihrer NACE-Codierung aufgeführt.

Abgrenzung der IKT-Branche

Gruppe	NACE-Code	Beschreibung
Hardware	30	Herstellung von Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten und -einrichtungen
	321	Herstellung von elektronischen Bauelementen
	332	Herstellung von Mess-, Kontroll-, Navigations- u. ä. Instrumenten und Vorrichtungen
	333	Herstellung von industriellen Prozesssteueranlagen
Software	722	Softwareberatung und Softwareentwicklung
	723	Datenverarbeitungsdienste
	724	Datenbanken
	726	Sonstige mit der Datenverarbeitung verbundene Tätigkeiten
Telekomm.	642	Fernmeldedienste
	322	Herstellung von nachrichtentechnischen Geräten und Einrichtungen
Handel/	51641	Großhandel mit Büromaschinen und Software
Vermietung	7133	Vermietung von Büromaschinen, DV-geräten und -einrichtungen
	51433	Großhandel mit Rundfunkgeräten, Fernsehgeräten und phonotechnischen Geräten und Zubehör
	52452	Einzelhandel mit Rundfunkgeräten, Fernsehgeräten und phonotechnischen Geräten und Zubehör
	52484	Einzelhandel mit feinmechanischen, Foto- und optischen Erzeugnissen, Computern und Software
Beratung	721	Hardwareberatung
	725	Instandhaltung und Reparatur von Büromaschinen und Datenverarbeitungsgeräten und -einrichtungen
Sonstige IKT	313	Herstellung von isolierten Elektrokabeln, -leitungen und -drähten
	323	Herstellung von Rundfunkgeräten, Fernsehgeräten und phonotechnischen Geräten

Für die Betrachtung des Gründungsgeschehens wird zwischen Hardware, Software, Telekommunikation und allen sonstigen zum IKT-Bereich zählenden Branchen unterschieden. Diese Unterscheidung ist hinreichend um die wichtigsten Tendenzen des Gründungsgeschehens abzubilden.

Annex A-9-2: Abgrenzung und Identifizierung des Multimedia-Bereichs

Der **Begriff Multimedia** hat sich inzwischen zu einem für sehr unterschiedliche Produkte und Dienste benutzten Schlagwort entwickelt. Die häufig verwendete sehr weite Anwendung des Begriffs beinhaltet die Gefahr der Inhaltsleere – dem folgen wir nicht. Die amtliche Statistik erfasst Unternehmen und Beschäftigte nicht nach einer allgemein akzeptierten inhaltlichen Definition. Im Multimedia-Bereich tätige Unternehmen können je nach Schwerpunkt ihrer Produkte oder Dienstleistungen ganz unterschiedlichen Branchen − der IKT-Branchengruppe als auch anderen Bereichen − zugerechnet werden. Es handelt sich hier gewissermaßen um einen Querschnittsbereich des IKT-Sektors.

Aus diesem Grund liegt dieser Analyse eine Begriffsabgrenzung zugrunde, die sehr pragmatisch unter „Multimedia"-Unternehmen solche versteht, deren hauptsächliche Tätigkeiten oder Produkte multimedialen Charakter haben. Unter letzterem wird in Anlehnung an Logeman et al. (1996) der Gebrauch mehrerer Medien gleichzeitig verstanden, bei dem zusätzlich noch die Möglichkeit einer interaktiven Manipulation durch die Nutzer oder Anwender gegeben sein sollte. Auf der Basis dieser Definition werden Suchwörter, Suchbegriffe und komplexe Kombinationen von Suchbegriffen[1] festgelegt, die eine inhaltliche Beschreibung von multimedialen Dienstleistungen oder Produkten[2] zulassen.

Einzelbegriffe

Die Analyse nach Einzelbegriffen bezieht sich auf eine Auswahl von Wörtern, deren Auftreten in der Tätigkeitsbeschreibung direkt auf ein Multimediaunternehmen schließen lassen. Es handelt sich hierbei im Einzelnen um „Multimedia", „Mehrwertdienst", „Virtual Reality" und „Computer Mediated Communication".

Begriffsgruppen

Bei den auszuwertenden Gruppen wurde jeweils eine Kombination aus Begriffen mehrerer Gruppen erwartet, bevor ein Unternehmen als Multimedia-Unternehmen klassifiziert wurde. In Annex 10-9-3 werden die entsprechenden Kombinationen dargestellt. Hierbei wurden folgende Gruppen definiert: Multiworte, Netzwerk, Netzworte, Grafik, Teaching. Diese Gruppen wurden kombiniert mit den Begriffsgruppen CD, Kommunikation, Film, Hardware, Infosysteme, Television, Software.

---

[1] Die Unternehmensdatensätze der ZEW-Gründungspanels enthalten Textfelder, in denen die Tätigkeiten und Produkte der Unternehmen beschrieben werden. Diese Textfelder werden nach festgelegten Suchkategorien durchsucht, um Unternehmen herauszufiltern, deren Tätigkeiten oder Produkte der genannten Multimedia-Abgrenzung genügen. Hierfür wird ein Programm verwendet, das größere Textdatenmengen nach einzelnen Wörtern, Wortgruppen und Kombinationen aus beidem durchsucht. Es ist schreibungstolerant und erlaubt es, Umgebungen vor Wörtern mit zu analysieren. So kann beispielsweise festgelegt werden, in welchen Wortabständen zusätzliche Begriffe erscheinen müssen, um einen Treffer anzuzeigen.

[2] Bei der Analyse werden sowohl Produzenten von Hard- und Software als auch Dienstleister aus den unterschiedlichsten Branchen lokalisiert. Ermittelt werden Hersteller von Multimedia-Hardware, also die Bereiche von einfachen Erweiterungskarten bis zu Komplettsystemen. Auf der Softwareentwicklerseite werden auch Programmierer von Multimediaanwendungen erfasst. Hierunter werden neben Webinhalten auch Multimedia-CDs, Computerspielen und Lernsoftware verstanden. Aus den Dienstleistungsbranchen finden sich neben Anbietern von Web-Content- und Werbeagenturen auch Beratungsunternehmen für Multimedia-Anwendungen, die neben der Erstellung von Entwürfen auch über Möglichkeiten des Einsatzes von Multimedia informieren. Ebenfalls hinzuzuzählen sind Dienstleister für die Aufbereitung von Multimedia- und Virtual-Reality-Daten, was unter anderem auch das Einlesen von Daten und Erstellen von 3D-Datengrundlagen beinhaltet. Bei den Handelsunternehmen wird Wert darauf gelegt, dass es sich um originäre Multimediaunternehmen handelt, die neben Handel auch Produzenten und Anwender von Multimedia-, Internet-, BTX- und netzwerkbasierten Diensten sind.

Annex A-9-3: Gruppenverknüpfungen

	Multiworte	Netzwerk	Netzworte	Grafik	Teaching
CD	X				
Kommunikation	X	X	X		
Film	X				
Hardware	X				
Infosysteme	X	X			
Television	X				
Software	x			X	X

Annex A-9-4: Spin-off-Begriff

Spin-off-Begriff

Unter Spin-offs aus öffentlichen Forschungseinrichtungen werden – der Literatur folgend (vgl. OECD 2000) – jene Neugründungen verstanden, deren wesentlicher Zweck die Verwertung des an den öffentlichen Forschungseinrichtungen produzierten neuen Wissens bzw. einer dort hervorgebrachten neuen technologischen Entwicklung am Markt ist. Im Folgenden werden zwei Kategorien von Spin-offs unterschieden:

Für **Verwertungs-Spin-offs** sind neue Forschungsergebnisse, an deren Erarbeitung ein Gründer selbst beteiligt war, oder neue wissenschaftliche Methoden bzw. Techniken, die ein Gründer durch seine Tätigkeit in der Wissenschaft beherrscht, unverzichtbar. In die Verwertungs-Spin-offs fließen konkrete neue wissenschaftliche Erkenntnisse, Methoden oder Techniken essenziell ein.

Unter **Kompetenz-Spin-offs** werden Gründungen verstanden, für die ganz besondere Fähigkeiten unverzichtbar sind, die ein Gründer sich an einer wissenschaftlichen Einrichtung angeeignet hat. Bei Kompetenz-Spin-offs sind die aus der wissenschaftlichen Tätigkeit eines Gründers resultierenden besonderen Fähigkeiten ausschlaggebend, die ihn zu der für die Unternehmenstätigkeit notwendigen Problemlösungskompetenz (zumindest nach seiner Einschätzung) befähigen.

Abzugrenzen von diesen Spin-off-Kategorien sind **akademische Start-Ups**, bei denen es sich um Unternehmensgründungen von Akademikern mit oder ohne eigene wissenschaftliche Tätigkeit handelt. Für die Gründung solcher Start-ups spielen wissenschaftliche Methoden oder Ergebnisse keine herausragende Rolle.

Datenbasis zu Spin-off-Gründungen

Die bisher vorliegenden Studien zu diesem Themenkomplex (ADT 1998; OECD 2000) lassen nur eine vage Abschätzung des tatsächlichen Gründungsgeschehens in diesem Bereich zu. Wie viele Spin-off-Unternehmen gegenwärtig tatsächlich gegründet werden, welchen Anteil sie an den Gründungen in den zur Diskussion stehenden Branchen haben und welcher Typ der öffentlichen Forschungseinrichtungen sich als besonders „gründungsfreundlich“ erweist, ist bisher in Deutschland nicht systematisch untersucht worden. Eine laufende Studie des ZEW zu Spin-off-Gründungen stellt nun eine neue Datenbasis[3] zu diesem Thema zur Verfügung, die diesem Kapitel zu Grunde liegt.

---

[3] Aus einer geschichteten Zufallsstichprobe von fünf Gründungsjahrgängen aus FuE-intensiven Industrie- und wissensintensiven Dienstleistungsbranchen wurden rund 20.000 Unternehmen nach ihrer Anbindung an wissenschaftliche Institutionen befragt. Durch Screening-Fragen ist es möglich, verschiedene Typen von Spin-offs zu identifizieren. Die hieraus resultierende Datenbasis erlaubt belastbare quantitative Aussagen zu deutschen Spin-offs.

Seite

Abbildungsverzeichnis

Seite

Tabellenverzeichnis

Projektmitarbeiter

Die Untersuchungen wurden am Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI) und am Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung (IWW) der Universität, Karlsruhe, durch *Prof. Dr. Hariolf Grupp* und *MA (Economics) Barbara Breitschopf* koordiniert und in diesem Endbericht zusammengefasst. *Dr. Harald Legler* vom Niedersächsischen Institut für Wirtschaftsforschung (NIW), der die Arbeiten zum Indikatorenbericht leitet, hat an der Abfassung des Endberichts maßgeblich mitgewirkt. Im Laufe des Jahres fanden mehrere Projektgruppensitzungen statt, auf der Teilergebnisse diskutiert und bewertet wurden. Die hier zusammengefassten Arbeiten beruhen auf dem Indikatorenbericht zur technologischen Leistungsfähigkeit und den Ergebnissen gesonderter Schwerpunktstudien.

Die Untersuchungen zu den **Indikatoren zur technologischen Leistungsfähigkeit** führten durch:

- im Niedersächsischen Institut für Wirtschaftsforschung NIW, Hannover
  Dr. Harald Legler, Dr. Birgit Gehrke, Olaf Krawczyk
- im Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung DIW, Berlin
  Dr. Dieter Schumacher, Dr. Heike Belitz, Andreas Stephan
- im Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung ISI, Karlsruhe
  Dr. habil. Ulrich Schmoch, Rainer Frietsch
- in der Wissenschaftsstatistik im Stifterverband, Essen
  Dr. Christoph Grenzmann
- im Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung ZEW, Mannheim
  Dr. Christian Rammer, Charlotte Lauer, Frank Reitze, Dirk Engel, Sandra Gottschalk

In die Abfassung des zusammenfassenden Endberichts flossen verschiedene **Arbeitspapiere zu spezifischen Themen** der technologischen Leistungsfähigkeit ein. Diese Arbeitspapiere beruhen auf Projekten, die ebenfalls im Auftrag des BMBF durchgeführt wurden oder in Kürze abzuschließen sind.

- FuE in den östlichen Bundesländern
  Dr. Harald Legler, NIW, Hannover
  Dr. Christoph Grenzmann, WSV, Essen

Innovationstätigkeit in ausgewählten Sektoren

- Technologische Leistungsfähigkeit Deutschlands im Maschinenbau
  Dr. Georg Licht, ZEW, Mannheim
- Technologische Leistungsfähigkeit Deutschlands in der Optischen Technologie
  Rainer Frietsch, Prof. Dr. Hariolf Grupp, Fraunhofer ISI, Karlsruhe
- Führende Nachfrage und Marktbedingungen als sektoraler Wettbewerbsvorteil (Lead Markets)
  Dr. Marian Beise, Dr. Christian Rammer, Oliver Heneric, ZEW, Mannheim
  Prof. Dr. Thomas Cleff, FH Pforzheim

Wissenswirtschaft und New Economy

- Made in Germany: Markenneuheiten
  Dr. habil. Ulrich Schmoch, Uta Saß, Fraunhofer ISI, Karlsruhe
- Wissensmanagement in multinationalen Unternehmen
  Dr. Jakob Edler, Dr. habil. Ulrich Schmoch, Fraunhofer ISI, Karlsruhe
  Dr. Döhrn, Michael Rothgang, RWI, Essen
- Wissensdiffusion durch Standardisierung
  Dr. Knut Blind, Prof. Dr. Hariolf Grupp, Fraunhofer ISI, Karlsruhe
- Akademische und New-Economy-Gründungen
  Jürgen Egeln, Dr. Christian Rammer, Sandra Gottschalk, ZEW, Mannheim
- FuE-Dienstleistungen in Deutschland
  PD Dr. Knut Koschatzky, Dr. Emmanuel Muller, Andrea Zenker, Fraunhofer ISI, Karlsruhe
  Dr. Michael Reinhard, ifo Institut, München
- Wissenschaftsevolution und Innovationshistorie in Deutschland
  Prof. Dr. Hariolf Grupp, Icíar Dominguez-Lacasa, Monika Friedrich-Nishio, Fraunhofer ISI und IWW, Karlsruhe

Ansprechpartner

Zu den Indikatoren zur technologischen Leistungsfähigkeit:

Im NIW	Dr. Harald Legler Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung Schiffgraben 33 30175 Hannover Tel.: 0511-341392; Fax: 0511-3180400 E-Mail: legler@niw.de
Im DIW	Dr. Dieter Schumacher Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung Königin-Luise-Str. 5 14195 Berlin Tel.: 030-89789(0)670; Fax: 030-89789200 E-Mail: dschumacher@diw-berlin.de
Im ISI	Dr. habil. Ulrich Schmoch Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung Breslauer Str. 48 76139 Karlsruhe Tel.: 0721-6809(0)114; Fax: 0721-6809260 E-Mail: us@isi.fhg.de
In der Wissenschaftsstatistik	Dr. Christoph Grenzmann SV Wissenschaftsstatistik Barkhovenallee 1 45239 Essen Tel.: 0201-8401(0)426; Fax: 0201-8401431 E-Mail: grenzmann@stifterverband.de
Im ZEW	Dr. Christian Rammer Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung L 7, 1 68161 Mannheim Tel.: 0621-1235-184; Fax: 0621-1235-170 E-Mail: rammer@zew.de

Zu spezifischen Themenbereichen:

Im ISI	Prof. Dr. Hariolf Grupp Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung Breslauer Str. 48 76139 Karlsruhe Tel.: 0721-6809156; Fax: 0721-6809176 E-Mail: Hariolf.Grupp@isi.fhg.de
Im IWW	Barbara Breitschopf IWW Universität Karlsruhe 76125 Karlsruhe Tel: 0721-6083432; Fax: 0721-6088429 E-Mail: breitschopf@iww.uni-karlsruhe.de



Druck: MuK. Medien- und Kommunikations GmbH, Berlin
Vertrieb: Bundesanzeiger Verlagsgesellschaft mbH, Postfach 13 20, 53003 Bonn, Telefon: 02 28 / 3 82 08 40, Telefax: 02 28 / 3 82 08 44
ISSN 0722-8333